



TUGAS AKHIR – MO. 141326

ANALISIS STABILITAS *JACKET* DENGAN KEGAGALAN *BUOYANCY TANK* SAAT INSTALASI PADA POSISI VERTIKAL

TRI SUCAHYONO

NRP. 4313100039

DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc.

Herman Pratikno, ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017



TUGAS AKHIR – MO. 141326

**ANALISIS STABILITAS *JACKET* DENGAN KEGAGALAN
BUOYANCY TANK SAAT INSTALASI PADA POSISI
VERTIKAL**

TRI SUCAHYONO

NRP. 4313100039

DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc.

Herman Pratikno, ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017



FINAL PROJECT – MO. 141326

STABILITY ANALYSIS OF JACKET INSTALLATION WITH BUOYANCY TANK FAILURE IN VERTICAL POSITION

TRI SUCAHYONO

NRP. 4313100039

Supervisors :

Dr. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc.

Herman Pratikno, ST., MT., Ph.D.

Department of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017

**ANALISIS STABILITAS *JACKET* DENGAN KEGAGALAN
BUOYANCY TANK SAAT INSTALASI PADA POSISI VERTIKAL**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada
program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

TRI SUCAHYONO

NRP. 4313100039

Disetujui oleh:

1. Dr. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc.

(Pembimbing 1)

2. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D.

(Pembimbing 2)

3. Dr. Eng. Rudi Walujo Prastianto, S.T., M.T.

(Penguji 1)

4. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

(Penguji 2)

5. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

(Penguji 3)



SURABAYA, 19 JULI 2017

**ANALISIS STABILITAS *JACKET* DENGAN KEGAGALAN
BUOYANCY TANK SAAT INSTALASI PADA POSISI VERTIKAL**

Nama Mahasiswa : Tri Sucahyono
NRP : 4313100039
Departemen : Teknik Kelautan FTK – ITS
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc.
2. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D.

Abstrak

Tahap akhir dalam perancangan struktur *jacket* lepas pantai adalah menentukan metode instalasi. Terdapat 3 metode instalasi *jacket* yaitu, *lifting*, *launching*, dan *self-floating*. Metode *launching* adalah peluncuran *jacket* dari atas *launch barge* ke laut di lokasi instalasi *jacket*. *Jacket* yang menggunakan metode *launching* sering dilengkapi dengan *buoyancy tank* sebagai penambah daya apung agar *jacket* dapat mengapung dengan sendirinya. *Buoyancy tank* dapat mengalami kebocoran baik karena fabrikasi yang buruk, kesalahan saat peluncuran, dan lain sebagainya. Maka dari itu, faktor kebocoran *buoyancy tank* perlu dipertimbangkan pada saat perencanaan. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah faktor lingkungan, terutama tinggi gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gerakan atau stabilitas *jacket* saat mengapung dengan mempertimbangkan variasi kebocoran atau kegagalan *buoyancy tank* serta mempertimbangkan variasi tinggi gelombang untuk mengetahui rentang tinggi gelombang yang aman untuk proses instalasi. Variasi konfigurasi *buoyancy tank* meliputi variasi posisi (3 model), variasi jumlah (1 model), variasi dimensi (1 model), variasi orientasi (1 model). Variasi tinggi gelombang meliputi tinggi gelombang 1.65 ft, 2.7 ft, dan 5.4 ft. Hasil dari analisis menunjukkan, model *jacket* dengan RAO 0.5 – 0.9 ft/ft aman untuk proses instalasi dengan rentang tinggi gelombang ≤ 5.4 ft, sedangkan model *jacket* dengan RAO > 1.0 ft/ft aman untuk proses instalasi dengan rentang tinggi gelombang ≤ 2.7 ft.

Kata Kunci : *Jacket*, instalasi, *launching*, *buoyancy tank*, kegagalan, RAO

STABILITY ANALYSIS OF JACKET INSTALLATION WITH BUOYANCY TANK FAILURE IN VERTICAL POSITION

Name : Tri Sucahyono
Reg. Number : 4313100039
Department : Teknik Kelautan FTK – ITS
Supervisors : 1. Dr. Ir. Wisnu Wardhana, S.E., M.Sc.
2. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D.

Abstract

The final stage in the design of an offshore jacket structure is to determine the installation method. There are 3 methods of jacket installation that is, lifting, launching, and self-floating. The launching method is the launch of the jacket from the top of the launch barge to the sea at the location of the jacket installation. Jackets that use the launching method are often equipped with a buoyancy tank as an added buoyancy to allow the jacket to float by itself. Buoyancy tanks can leak well due to poor fabrication, errors during launch, and so forth. Therefore, the buoyancy tank leakage needs to be considered at the time of design. Other factors to consider are environmental factors, especially wave height. This study aims to determine the movement or stability of the jacket during floats by considering the leakage variation or the failure of the buoyancy tank and considering the wave height variation to find the safe wave height range for the installation process. The variations of buoyancy tank configuration include position variation (3 models), variation of number (1 model), variation of dimension (1 model), variation of orientation (1 model). Variations of wave height include wave height from 1.65 ft, 2.7 ft, and 5.4 ft. Results from the analysis show that jacket model with RAO 0.5 - 0.9 ft is safe for installation process with wave height range ≤ 5.4 ft, while jacket model with RAO > 1.0 ft is safe for installation process with wave height range ≤ 2.7 ft.

Keyword : Jacket, installation, launching, buoyancy tank, failure

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul **“ANALISIS STABILITAS *JACKET* DENGAN KEGAGALAN *BUOYANCY TANK* SAAT INSTALASI PADA POSISI VERTIKAL”**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas Akhir ini membahas tentang gerakan *jacket* mengapung vertikal pada saat instalasi dengan pengaruh variasi kegagalan *buoyancy tank* dan pengaruh variasi tinggi gelombang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat di gunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, 19 Juli 2017

Tri Sucahyono

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam – dalamnya atas bimbingan dan bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, kepada :

1. Kedua orang tua penulis tercinta, Ali Mualim dan Nunuk Idawati atas segala kasih sayang dan dukungannya.
2. Dosen pembimbing pertama penulis, Bapak Dr. Ir. Wisnu Wardhana. S.E., M.Sc. yang telah bersedia membimbing penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Dosen pembimbing kedua penulis sekaligus Dosen Wali penulis, Bapak Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D. yang telah memberikan dukungan dan arahan bagi penulis selama berkuliah.
4. Karyawan Tata Usaha Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan – ITS, yang telah membantu mempersiapkan segala keperluan administrasi untuk perkuliahan dan tugas akhir.
5. Keluarga besar angkatan Valtameri L-31 yang selalu memberikan inspirasi dan semangat untuk pengerjaan tugas akhir.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan inspirasi.

Semoga segala kebaikan atas bantuan dan dukungannya kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah SWT.

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Perkembangan Struktur Lepas Pantai.....	6
2.2.2 <i>Jacket</i>	7
2.2.3 Instalasi <i>Jacket</i>	8
2.2.4 <i>Launching Jacket</i>	9
2.2.5 <i>Upending Jacket</i>	10
2.2.6 Stabilitas Bangunan Laut Terapung	11
2.2.7 Titik-Titik yang Berpengaruh pada Stabilitas.....	12
2.2.8 Gerakan Bangunan Apung.....	13
2.2.9 <i>Response Amplitude Operator</i>	14
2.2.10 <i>JONSWAP Spectrum</i>	14
2.2.11 <i>Buoyancy</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metodologi Penelitian.....	19
3.2 Prosedur Penelitian	20
3.3 Data <i>Jacket</i>	21
3.3 Data Lingkungan	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pemodelan <i>Jacket</i> dengan <i>Buoyancy Tank</i>	23
4.1.1 <i>Case 1</i> (Variasi Posisi)	23
4.1.2 <i>Case 2</i> (Variasi Posisi)	24
4.1.3 <i>Case 3</i> (Variasi Posisi)	24

4.1.4 <i>Case 4</i> (Variasi Jumlah)	25
4.1.5. <i>Case 5</i> (Variasi Dimensi).....	25
4.1.6. <i>Case 6</i> (Variasi Dimensi).....	26
4.1.7. <i>Case 7</i> (Variasi Orientasi)	26
4.2. Analisis Stabilitas Statis	27
4.3. Analisis Stabilitas Dinamis.....	28
4.3.1 <i>Case 1</i>	28
4.3.2. <i>Case 2</i>	33
4.3.3. <i>Case 3</i>	37
4.3.4. <i>Case 4</i>	42
4.3.5. <i>Case 5</i>	47
4.3.6 <i>Case 6</i>	51
4.3.7 <i>Case 7</i>	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perkembangan Teknologi Lepas Pantai (Chakrabarti, 2005)	6
Gambar 2.2. <i>Jacket Launching</i> (Ultramarine, 2001)	9
Gambar 2.3. <i>Jacket Slides</i> (Ultramarine, 2001)	9
Gambar 2.4. <i>Jacket Tipping</i> (Ultramarine, 2001)	10
Gambar 2.5. <i>Jacket Separates</i> (Ultramarine, 2001)	10
Gambar 2.6. <i>Jacket Floating</i> (Ultramarine, 2001)	10
Gambar 2.7. Proses <i>launching</i> hingga <i>upending jacket</i> dengan <i>floating crane</i> (http://fgg-web.fgg.uni-lj.si <i>Lecture15A.9 : Installation</i>)	11
Gambar 2.8. Stabilitas Bangunan Laut Terapung (Murtedjo, 2014)	13
Gambar 2.9. Perbandingan spektra JONSWAP dan Pierson-Moskowitz (Chakrabarti, 1987)	15
Gambar 2.10. Histogram dan distribusi probabilitas yang berasal dari nilai – nilai γ , dan nilai – nilai γ yang direkomendasikan sesuai faktor pemberat. (Ochi, 1978)	16
Gambar 2.11. Sebuah kotak dengan volume 1 cm^3 dan massa 4000 kg direndam di air tawar 1000 kg/cm^3 . (Derret, 1999)	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)	20
Gambar 3.2. Data <i>Jacket</i>	22
Gambar 3.3. Peta Laut Banda	22
Gambar 4.1. Pemodelan <i>Case 1</i>	23
Gambar 4.2. Pemodelan <i>Case 2</i>	24
Gambar 4.3. Pemodelan <i>Case 3</i>	24
Gambar 4.4. Pemodelan <i>Case 4</i>	25
Gambar 4.5. Pemodelan <i>Case 5</i>	25
Gambar 4.6. Pemodelan <i>Case 6</i>	26

Gambar 4.7. Pemodelan <i>Case 7</i>	26
Gambar 4.8. Grafik Tinggi Metacenter (KML)	27
Gambar 4.9. <i>Jacket case 1</i>	28
Gambar 4.10. Grafik motion heave pada $H_s = 1.67$ ft.....	29
Gambar 4.11. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	29
Gambar 4.12. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	29
Gambar 4.13. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	30
Gambar 4.14. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	30
Gambar 4.15. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	31
Gambar 4.16. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	31
Gambar 4.17. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	32
Gambar 4.18. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	32
Gambar 4.19. Model <i>Jacket Case 2</i>	33
Gambar 4.20. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft.....	33
Gambar 4.21. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	34
Gambar 4.22. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	34
Gambar 4.23. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	35
Gambar 4.24. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	35
Gambar 4.25. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	35
Gambar 4.26. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	36
Gambar 4.27. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	36
Gambar 4.28. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	37
Gambar 4.29. <i>Jacket case 3</i>	38
Gambar 4.30. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft.....	38
Gambar 4.31. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	38
Gambar 4.32. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	39

Gambar 4.33. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	39
Gambar 4.34. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	40
Gambar 4.35. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	40
Gambar 4.36. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	41
Gambar 4.37. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	41
Gambar 4.38. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	41
Gambar 4.39. Model <i>Jacket case</i> 4.....	42
Gambar 4.40. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft.....	43
Gambar 4.41. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	43
Gambar 4.42. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	43
Gambar 4.44. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	44
Gambar 4.45. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	44
Gambar 4.46. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	45
Gambar 4.47. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	45
Gambar 4.48. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	46
Gambar 4.49. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	46
Gambar 4.50. Model <i>Jacket Case</i> 5.....	47
Gambar 4.51. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft.....	47
Gambar 4.51. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	48
Gambar 4.53. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	48
Gambar 4.54. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	49
Gambar 4.55. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	49
Gambar 4.56. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	49
Gambar 4.57. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	50
Gambar 4.58. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	50
Gambar 4.59. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	51

Gambar 4.60. Model <i>Jacket case</i> 6.....	52
Gambar 4.61. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft.....	52
Gambar 4.62. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	52
Gambar 4.63. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	53
Gambar 4.64. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	53
Gambar 4.65. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	54
Gambar 4.66. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	54
Gambar 4.67. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	55
Gambar 4.68. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	55
Gambar 4.69. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	55
Gambar 4.70. Model <i>Jacket case</i> 7.....	56
Gambar 4.71. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft.....	56
Gambar 4.72. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft.....	57
Gambar 4.73. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft.....	57
Gambar 4.74. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft.....	58
Gambar 4.75. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft.....	58
Gambar 4.76. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft.....	58
Gambar 4.77. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft	59
Gambar 4.78. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft	59
Gambar 4.79. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data <i>Jacket</i>	23
Tabel 4.2. Data <i>Buoyancy Tank</i> tiap <i>Case</i>	23
Tabel 4.3. GM Setiap Model Kondisi Normal.....	28
Tabel 4.4. GM Setiap Model Kondisi <i>Buoyancy Tank Damage</i>	28
Tabel 4.5. Gerakan <i>peak heave jacket case 1</i>	30
Tabel 4.6. Tabel peak pitch jacket case 1	31
Tabel 4.7. Tabel peak surge jacket case 1.....	32
Tabel 4.8. Tabel peak heave jacket case 2.....	34
Tabel 4.9. Tabel peak pitch jacket case 2	36
Tabel 4.10. Tabel peak surge jacket case 2.....	37
Tabel 4.11. Tabel peak heave jacket case 3	39
Tabel 4.12. Tabel peak pitch jacket case 3	40
Tabel 4.13. Tabel peak surge jacket case 3.....	42
Tabel 4.14. Tabel peak heave jacket case 4.....	44
Tabel 4.15. Tabel peak pitch jacket case 4	45
Tabel 4.16. Tabel peak surge jacket case 4.....	46
Tabel 4.17. Tabel peak heave jacket case 5	48
Tabel 4.18. Tabel peak pitch jacket case 5	50
Tabel 4.19. Tabel peak surge jacket case 5.....	51
Tabel 4.20. Tabel peak heave jacket case 6	53
Tabel 4.21. Tabel peak pitch jacket case 6	54
Tabel 4.22. Tabel peak surge jacket case 6.....	56
Tabel 4.23. Tabel peak heave jacket case 7	57
Tabel 4.24. Tabel peak pitch jacket case 7	59
Tabel 4.25. Tabel peak surge jacket case 7.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Input Pemodelan

LAMPIRAN B

Hasil *Motion*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu faktor penting dalam perancangan struktur *jacket* lepas pantai adalah menentukan metode instalasi yang digunakan. Tergantung dari metode instalasi yang digunakan, beban yang dialami struktur selama proses instalasi harus dipertimbangkan pada saat menentukan dimensi dan spesifikasi *member*.

Terdapat 3 cara yang bisa dipertimbangkan untuk instalasi *jacket*. *Lifting* (diangkat), *launching* (diluncurkan), dan *self-floating* (Soegiono, 2004). *Jacket launching* adalah proses peluncuran struktur *jacket* dari *launch barge* ke laut di tempat dimana *platform* akan diinstall dan beroperasi. Untuk *jacket* berukuran besar, metode *launching* sering digunakan karena terbatasnya fasilitas *crane* yang mampu mengangkat struktur. Selain faktor dimensi *jacket*, beberapa faktor lain seperti terbatasnya *barge* yang tersedia, tempat instalasi, biaya, dan kemampuan struktur yang kurang memadai untuk menahan beban *lifting*, menyebabkan metode *launching* menjadi pilihan yang tepat.

Meskipun proses peluncuran *jacket* berlangsung dalam waktu relatif singkat, namun operasi ini sangat menentukan berhasil atau tidaknya instalasi (Noble Denton and Associates, 1984). Kegagalan pada proses instalasi ini dapat menyebabkan kerusakan pada *member* lokal, cacat pada transportasi *barge*, menjungkirbalikkan *jacket* dan *barge* bersamaan, bahkan dapat menyebabkan kehilangan struktur total (Gerwick, 1986).

Apapun penyebabnya, kegagalan pada operasi *launching* akan berakibat pada penundaan jadwal konstruksi dan juga kerugian ekonomis. Maka dari itu diperlukan analisis operasi *launching* dengan memperhitungkan beragam parameter. Optimisasi perencanaan *launching* diperlukan untuk meminimalisir *stress* pada *jacket* dan *barge* (API, 1993).

Dalam analisis instalasi *jacket*, hal yang perlu diperiksa adalah *bottom clearance jacket*, stabilitas, dan nilai daya apung cadangan. *Bottom clearance jacket* merupakan jarak antara *jacket* dengan dasar laut. Adalah sangat penting

untuk mengamankan *gap* antara *jacket* dengan dasar laut agar tidak terjadi kerusakan pada struktur (Jo, 2002). Tambahan daya apung pada lokasi yang tepat diperlukan untuk memenuhi syarat daya apung yang cukup (Chakrabarti, 2005). Demi mengamankan *gap* tersebut, *jacket* perlu memiliki daya apung yang cukup, yaitu lebih dari 10% (Noble Denton/0028). Jika daya apung *jacket* tidak memenuhi, maka perlu diberi modifikasi struktur untuk memberikan daya apung tambahan yang disebut *buoyancy tank*. Terdapat kemungkinan jika struktur tambahan *buoyancy tank* tersebut rusak, atau kemasukan air selama proses instalasi. Pemosisian dari *buoyancy tank* juga berpengaruh pada stabilitas *jacket* saat instalasi. Maka dari itu kemungkinan rusak/*damage* pada *buoyancy tank* beserta variasi posisinya perlu dipertimbangkan dalam analisis instalasi *jacket*.

Kondisi lingkungan juga perlu dipertimbangkan pada saat proses instalasi (Jo, 2002). Pada saat *jacket* mengapung diperairan, perilaku gerakan *jacket* akibat kondisi lingkungan perlu diamati demi menjamin keamanan saat operasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini parameter variasi tinggi gelombang diperhitungkan dalam analisis stabilitas *jacket*.

Dengan pertimbangan tersebut, penulis mengambil judul “Analisis Stabilitas *Jacket* Saat Instalasi dengan Variasi Kegagalan *Buoyancy Tank*” sebagai judul tugas akhir.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana stabilitas *jacket* saat mengapung pada posisi vertikal dengan variasi kegagalan pada *buoyancy tank*?
2. Bagaimana karakteristik gerakan *jacket* saat mengapung pada posisi vertikal dengan variasi kegagalan pada *buoyancy tank* dan variasi tinggi gelombang serta rentang gelombang yang aman untuk proses instalasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi kegagalan pada *buoyancy tank* kepada stabilitas *jacket* selama mengapung pada posisi vertikal.
2. Mengetahui karakteristik gerakan *jacket* pada saat mengapung dengan posisi vertikal akibat variasi kegagalan pada *buoyancy tank* dan variasi tinggi gelombang.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk analisis instalasi *jacket* dengan variasi parameter kerusakan/bocor/*damage* pada *buoyancy tank* dan variasi tinggi gelombang laut.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan tugas akhir ini, maka perlu adanya ruang lingkup pengujian atau asumsi-asumsi sebagai berikut:

- a. Analisis dilakukan pada *jacket* jenis 4 kaki hasil dari Tugas Rancang Besar.
- b. Pemodelan struktur menggunakan *software* SACS.
- c. Asumsi struktur memerlukan *buoyancy tank* untuk proses instalasi.
- d. Analisis stabilitas dan karakteristik gerakan menggunakan *software* MOSES.
- e. Kondisi *damage* diasumsikan *flooding* pada *buoyancy tank*.
- f. Variasi *buoyancy tank* meliputi variasi posisi, dimensi, bentuk orientasi dan jumlah.
- g. Variasi tinggi gelombang mewakili lingkungan kondisi tenang dan ekstrim.
- h. Kekuatan struktur diabaikan.
- i. Analisis stabilitas *jacket* dilakukan pada saat *jacket* mengapung pada kondisi vertikal.
- j. Bentuk *buoyancy tank* adalah tipe silinder.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri atas lima bab yaitu sebagai berikut :

BAB I pendahuluan menjelaskan beberapa hal tentang penelitian dalam tugas akhir, yaitu masalah yang melatarbelakangi penelitian sehingga penting untuk dilakukan, perumusan masalah yang menjadi problem dan perlu dijawab, tujuan yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang diangkat, manfaat apa yang didapat dari dilakukannya penelitian tugas akhir, batasan dari penelitian tugas akhir ini, serta penjelasan dari sistematika laporan yang digunakan dalam tugas akhir.

BAB II tinjauan pustaka dan dasar teori menjelaskan apa saja yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir ini serta dasar-dasar teori, persamaan-persamaan, serta code yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

BAB III metodologi penelitian menjelaskan urutan analisis yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dan melakukan validasi dalam tugas akhir ini, beserta pembahasan data.

BAB IV analisis hasil dan pembahasan menjelaskan tentang pemodelan struktur dengan menggunakan software yang mendukung serta berisi analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini, pengolahan dan serta membahas hasil yang telah didapat.

BAB V kesimpulan dan saran menjelaskan tentang kesimpulan yang telah didapatkan dari hasil analisa pada tugas akhir ini dan saran-saran penulis sebagai pertimbangan dalam keperluan penelitian selanjutnya.

Daftar pustaka yang berisi referensi-referensi yang dipakai selama penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Jo (2002) menjelaskan mengenai parameter yang penting untuk dipertimbangkan dalam analisis *launching*. Parameter yang perlu dipertimbangkan antara lain kondisi lingkungan, spesifikasi dari *barge*, *ballast* dari *barge*, sudut *trim*, dan lain – lain. Faktor yang berpengaruh dalam proses instalasi *launching jacket* antara lain tinggi *draft*, sudut *trim*, dan panjang *tilt beam* dari *barge*, serta COG, COB, cadangan daya apung *jacket* dan rasio panjang *jacket* dengan *tilt beam* *barge*.

Dalam operasi *launching*, sangat penting untuk mengamankan *gap* antara *jacket* dengan dasar laut agar tidak terjadi kerusakan pada struktur akibat menghantam *seabed* (Jo, 2002). Untuk menghindari hal tersebut, *jacket* harus memiliki daya apung yang cukup agar *jacket* memiliki jarak aman terhadap *seabed*.

Flood (1994) menjelaskan analisis *side launch jacket*. Akibat dari *jacket* diluncurkan ke arah sisi *barge* membuat kecepatan meluncur *jacket* tinggi dan menyebabkan beban hidrodinamik yang signifikan pada *jacket*. Beban yang signifikan tersebut saat proses instalasi harus dipertimbangkan pada perancangan struktur. Operasi *side launch* menyebabkan perlunya penguatan pada sisi *barge*.

He et al (2010) meneliti peluncuran dan *upending jacket* dengan skema *small-hole flooding*. *Jacket* dirancang memiliki lubang berdiameter 13 mm pada member bagian bawah *jacket* agar mampu *upend* dengan sendirinya. Selama proses *self upending*, jarak selisih antara *jacket* dengan dasar laut harus lebih besar dari 5m atau 10% dari kedalaman (200m), yakni harus lebih besar dari 20m. Namun, akibat dari *small-hole flooding* jarak selisih minimum antara *jacket* dengan dasar laut bisa diturunkan menjadi 10m.

Berdasarkan total nominal dari daya apung, daya apung cadangan dari *jacket* harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Setelah peluncuran, daya apung cadangan harus lebih dari 15%.
- Setelah peluncuran, ketika satu kompartmen rusak, cadangan apung harus tidak kurang dari 5%.

Setelah peluncuran, tinggi metasentrik memanjang dan melintang harus melebihi nilai minimum dari :

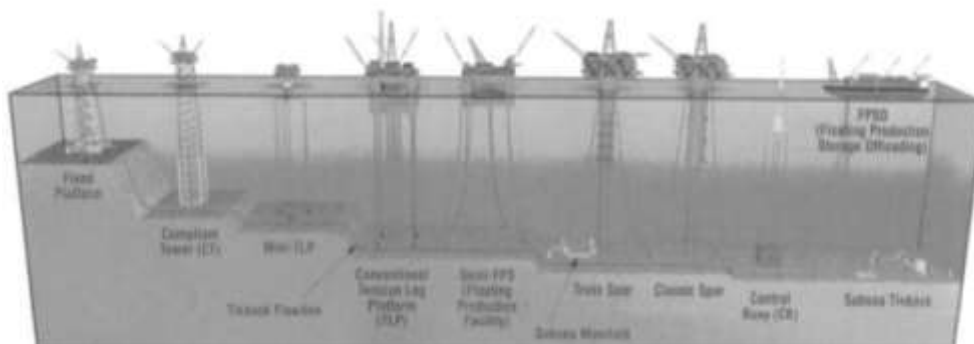
- *Intact* GM harus tidak kurang dari 0,5m
- *Damage* GM harus tidak kurang dari 0,2m

Karena kompleksitas dari operasi *launching*, tidak ada *code* atau *regulation* yang menjelaskan *launching* secara mendetail (Jo, 2002). Oleh karena itu, dalam analisis instalasi *launching* perlu dilakukan studi pengaruh variasi – variasi parameternya untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya (Putra, 2010). Penelitian mengenai variasi pada *buoyancy tank* masih jarang dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *damage* atau kemungkinan gagal dari fungsi *buoyancy tank* pada proses instalasi *jacket*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Perkembangan Struktur Lepas Pantai

Industri lepas pantai membutuhkan pengembangan dari teknologi baru untuk memproduksi di daerah yang tidak dapat diakses untuk eksploitasi dengan teknologi yang sudah ada. Biaya produksi dengan pengetahuan yang ada terkadang membuat tidak menarik untuk melakukan eksploitasi. Dengan menipisnya cadangan minyak yang terdapat di darat dan perairan dangkal, eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas di perairan dalam menjadi tantangan untuk industri lepas pantai. Eksplorasi dan eksploitasi lepas pantai berkembang secara pesat menuju perairan yang lebih dalam.



Gambar 2.1. Perkembangan Teknologi Lepas Pantai (Chakrabarti, 2005)

Struktur lepas pantai tidak memiliki akses ke daratan dan mungkin diperlukan untuk tinggal tetap di posisi lepas pantai pada segala kondisi cuaca.

Struktur lepas pantai terdapat 2 macam, terpancang (*fixed*) ke dasar laut atau mungkin terapung. Struktur terapung mungkin ditambatkan ke dasar laut, diposisikan secara dinamis (*dynamic positioning*) oleh pendorong atau mungkin diperbolehkan mengapung secara bebas.

Struktur lepas pantai tipe terpancang (*fixed*) sering digunakan untuk berbagai keperluan seperti pengeboran lepas pantai, pengolahan dan mendukung operasi lepas pantai. Struktur lepas pantai tipe *jacket* sering digunakan di daerah perairan yang relative dangkal (*shallow water*). Struktur anjungan lepas pantai terdiri dari *deck* sebagai tempat yang menampung berbagai fasilitas pendukung kegiatan lepas pantai, dan *jacket* sebagai struktur yang menahan beban dari *deck* dan diteruskan ke *seabed*. Ukuran dan dimensi struktur *jacket* bergantung pada beban dan dimensi *deck* yang ditopang di atasnya.

2.2.2 Jacket

Jacket, merupakan struktur lepas pantai yang paling umum digunakan untuk pengeboran dan produksi. Beberapa struktur berisi kaki yang diperbesar, yang cocok untuk *self-floating* selama instalasi di lokasi. Struktur *jacket* terdiri dari *tubular member* yang saling berhubungan untuk membentuk kerangka tiga dimensi. Struktur ini biasanya mempunyai *batter* untuk mencapai stabilitas terhadap *toppling* dalam gelombang. *Pile* utama, yang berbentuk tabung, biasanya dibawa bersamaan dengan *jacket* dan didorong melalui *jacket* kaki ke dasar laut. *Platform* ini umumnya mendukung suprastruktur memiliki 2 atau 3 deck dengan peralatan pengeboran dan produksi, dan workover rig. Penggunaan *platform* ini secara umum terbatas pada kedalaman air sekitar 500-600 ft (150-180 m) di lingkungan Laut Utara yang ganas (gelombang desain khas 100 ft 130 m). Di lingkungan yang menengah seperti di Teluk Mexico (gelombang desain khas 75 ft 23m) setengah lusin *jacket* telah dipasang di perairan yang lebih dalam.

Jacket merupakan struktur yang men-*support* dek di atasnya dengan meneruskan beban di atasnya. Besar ukuran *jacket* tergantung dari besar ukuran deknya dan beban yang diterima oleh struktur *jacket* baik dari dek ataupun beban lingkungan. Besar *jacket* akan mempengaruhi metode instalasi mana yang akan

dipilih. Metode instalasi *launching* sangat tepat digunakan untuk *jacket* yang berukuran besar.

2.2.3 Instalasi *Jacket*

Sementara struktur teknik sipil dibangun di tempat instalasi mereka, struktur lepas pantai dibangun di darat dan diangkut ke lokasi instalasi lepas pantai. Proses dari struktur bergerak dari lokasi pembuatan ke lokasi instalasi mempunyai 3 proses operasi berbeda yang disebut sebagai operasi loadout, transportasi dan instalasi.

Berbagai jenis struktur memerlukan metode transportasi dan instalasi yang berbeda. Metode instalasi yang berbeda juga bisa digunakan pada tipe struktur lepas pantai yang sama. Metode instalasi yang dipilih bergantung pada berat dan dimensi fisik dari jaket dan juga kapasitas dari peralatan instalasi. Beberapa metode instalasi *jacket* sebagai berikut :

a. *Lift and Lower in Water*

Metode ini digunakan untuk jaket ukuran kecil, di perairan yang sangat dangkal, yang diangkut pada tongkang sudah dalam posisi tegak untuk diangkat dan instalasi dengan crane kapal. Setelah itu jaket diangkat dari dek tongkang dan diturunkan ke dasar laut. Jaket dipasang di konfigurasi yang biasanya kurang dari 50 m. Pondasi pile untuk struktur jaket ukuran seperti ini biasanya diangkut bersama-sama dengan jaket di tongkang kargo yang sama. Setelah jaket diatur di dasar laut, pile diinstal dengan menggunakan crane kapal yang sama dan *pile hammer* dengan ukuran yang memadai.

b. *Lift and Upend*

Dengan semakin besarnya ukuran jaket, struktur itu dibangun dan diangkut dengan posisi horizontal. Jaket diangkat dari kargo *barge* dengan menggunakan 1 atau 2 *crane*. Setelah *pick-up*, *barge* kargo menjauh sementara jaket membalik (*upend*). *Crane* tunggal dengan 2 blok dapat digunakan untuk *upending* jaket ukuran lebih kecil.

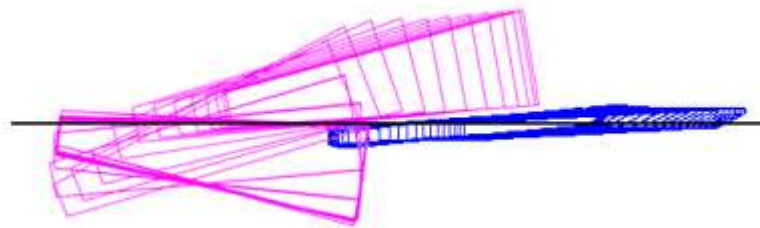
c. *Launching*

Struktur yang terlalu berat untuk diangkat dapat dilakukan *launching* dari *launch barge*. Sebuah *launch barge* adalah *barge* yang dilengkapi dengan *skid beam*, lengan *rocker*, derek peluncuran (*launch winches*) dan system *ballasting*

yang cocok. Jacket dirancang baik untuk *self-upending* atau *upending* dengan bantuan *crane vessel*. Jacket yang menggunakan metode launching perlu memiliki cadangan daya apung yang cukup untuk memastikan struktur mengapung setelah peluncuran. Kaki jacket dibuat mengapung dengan menggunakan *rubber diaphragms* di ujung bawah kaki jacket dan topi baja di bagian atas. Daya apung tambahan kadang – kadang diperlukan untuk mencapai tingkat cadangan daya apung yang dibutuhkan atau untuk memastikan jacket akan *upend* sendiri pada akhir peluncuran.

2.2.4. *Launching Jacket*

Launching adalah tahap terakhir dalam instalasi *offshore structure*. Gambar 2.2 merupakan proses dari peluncuran *jacket* secara lengkap dari tahap pertahap.



Gambar 2.2. *Jacket Launching* (Ultramarine, 2001)

Proses pertama adalah proses *ballasting* kapal, sehingga kapal miring dengan sudut tertentu. *Barge* di-*trim* dengan sudut yang agak besar 2 sampai 4 derajat dimana struktur tidak meluncur karena beratnya sendiri. Hal ini dimaksudkan untuk mengamankan sudut tilting yang lebih besar selama mungkin sehingga *jacket* tidak tiba-tiba meluncur karena beratnya sendiri.



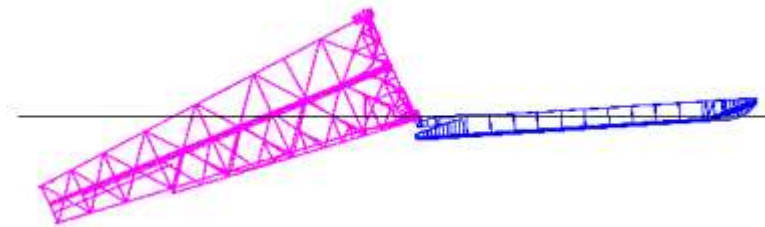
Gambar 2.3. *Jacket Slides* (Ultramarine, 2001)

Dari proses pertama, selanjutnya *jacket* meluncur sepanjang skidway untuk beberapa waktu sampai *jacket* mengalami “tipping”.



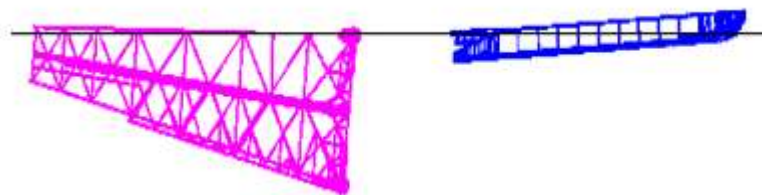
Gambar 2.4. *Jacket Tipping* (Ultramarine, 2001)

Setelah mengalami tipping, *jacket* berotasi dan meluncur sampai terpisah dari *barge*.



Gambar 2.5. *Jacket Separates* (Ultramarine, 2001)

Kemudian berotasi untuk beberapa detik dan akhirnya mengapung dengan daya apungnya sendiri.

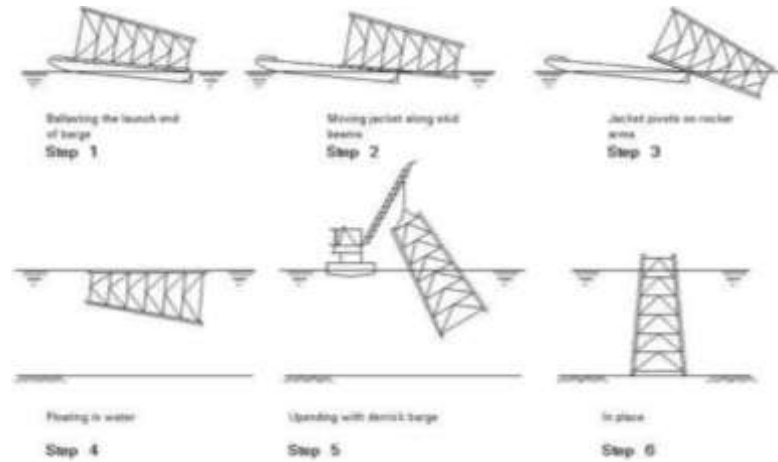


Gambar 2.6. *Jacket Floating* (Ultramarine, 2001)

2.2.5 *Upending Jacket*

Setelah dilakukan *launching*, maka langkah selanjutnya adalah *upending jacket*. *Upending jacket* merupakan kombinasi sistem crane *barge* dengan sistem *controlled flooding* yang digunakan untuk memposisikan struktur *jacket* dari posisi horizontal di permukaan air laut menjadi posisi vertikal yang siap untuk dilakukan

pemancangan. Pada fase *upending* ini dibutuhkan sinkronisasi antara crane *barge* dengan sistem *flooding* sehingga dapat diprediksikan dengan baik prosedur proses *upending*nya.



Gambar 2.7. Proses *launching* hingga *upending jacket* dengan *floating crane*
<http://fgg-web.fgg.uni-lj.si> Lecture15A.9 : Installation)

Sistem *flooding* harus didesain untuk menahan tekanan air yang akan dialami *jacket* selama proses *upending*. Semua penutup aliran (*valve*), sambungan *lifting*, dan peralatan yang berkaitan dengan prosedur ini harus benar-benar dipastikan dalam kondisi aman dan siap digunakan. Karena sifatnya berdasarkan kondisi lingkungan maka perencanaan dan persiapan yang dilakukan harus matang dan dirincikan secara detail tiap-tiap langkahnya supaya terhindar dari bahaya.

2.2.6. Stabilitas Bangunan Laut Terapung

“*Stabilitas*” adalah kemampuan bangunan laut terapung untuk kembali ke posisi semula (*even keel/tegak*) setelah mengalami kemiringan melintang (*oleng*) maupun mengalami kemiringan memanjang (*trim*) akibat pengaruh gaya-gaya luar (*gelombang, angin, arus*). (Rawson dan Tupper, 2001)

3 (Tiga) macam keseimbangan statis :

1. Keseimbangan *Stabil*

Jika kapal mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya, kapal akan kembali pada kedudukan semula.

2. Keseimbangan *Labil*

Jika kapal mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya, kapal akan bertambah kemiringannya (sudut kemiringannya bertambah besar) dari kedudukan semula.

3. Keseimbangan *Indiferent*

Jika kapal mengalami kemiringan dari kedudukan semula, kapal akan tetap pada kedudukannya yang baru tersebut (posisi miring) meskipun pengaruh gaya-gaya luar sudah tidak ada.

2.2.7. Titik-Titik yang Berpengaruh pada Stabilitas

1. Titik G (*Centre of Gravity*)

Yaitu titik pusat berat kapal keseluruhan atau titik tangkap gaya berat kapal keseluruhan. Titik G dipengaruhi oleh bentuk/dimensi konstruksi kapal, posisi/berat (permesinan, peralatan, perlengkapan, muatan, bahan bakar, dan air tawar).

KG : adalah titik berat vertikal kapal yang diukur dari keel sampai titik G.

2. Titik B (*Centre of Buoyancy*).

Yaitu titik pusat/titik berat volume badan kapal di bawah garis air / titik buoyancy / titik tangkap gaya tekan ke atas. Dipengaruhi oleh bentuk kapal di bawah permukaan air.

KB : adalah titik buoyancy vertikal kapal yang diukur dari keel sampai titik B.

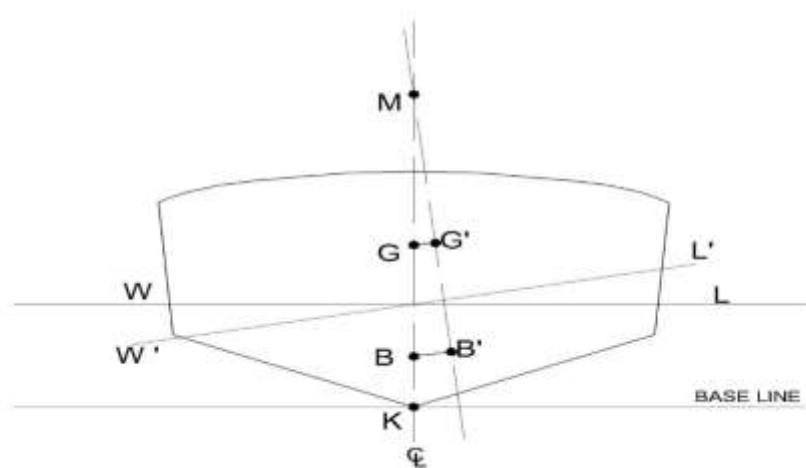
3. Titik M (*Metacentre*)

Dapat didefinisikan sebagai titik perpotongan antara gaya tekan ke atas pada saat even keel dengan gaya tekan ke atas pada saat kapal mengalami kemiringan. Titik M dapat digambarkan dalam suatu grafik yang tergantung dari sudut kemiringan.

Untuk sudut-sudut oleng yang kecil $\Delta \varphi < (6^\circ - 9^\circ)$, titik M ini dapat dianggap berada tetap pada satu titik dan diberikan simbol M (metacentre awal).

Untuk sudut-sudut oleng yang lebih besar $>9^\circ$, maka :

- Titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada sudut φ dengan vektor gaya tekan ke atas pada waktu tegak disebut sebagai titik $N\varphi$ (metacentre imajiner).
- Sedang titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada sudut φ dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng $\varphi + \Delta \varphi$ disebut sebagai titik $M \varphi$.



Gambar 2.8. Stabilitas Bangunan Laut Terapung (Murtedjo, 2014)

2.2.8. Gerakan Bangunan Apung

Setiap struktur terapung yang bergerak di atas permukaan laut selalu mengalami gerakan osilasi. Gerakan osilasi ini terdiri dari 6 macam gerakan, yaitu 3 macam gerakan lateral dan 3 macam gerakan rotasional dalam 3 arah sumbu yang ditunjukkan dalam gambar 6 . Gerak yang diakibatkan gelombang terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Gerakan rotasional

Gerakan rotasional adalah gerakan yang membentuk sudut terhadap sumbu, gerakan rotasional ini terdiri dari:

- Rolling : gerakan rotasional terhadap sumbu x
- Pitching : gerakan rotational terhadap sumbu y
- Yawing : gerakan rotational terhadap sumbu z

2. Gerakan transversal

Gerakan transversal adalah gerakan yang searah dengan arah sumbu, gerakan transversal terdiri atas:

- Surging : gerakan transversal pada arah sumbu x
- Swaying : gerakan transversal pada arah sumbu y
- Heaving : gerakan transversal pada arah sumbu z

2.2.9. *Response Amplitude Operator*

Response Amplitude Operator (RAO) atau sering disebut sebagai Transfer Function adalah fungsi respon yang terjadi akibat gelombang dalam rentang frekuensi yang mengenai struktur offshore. RAO disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respon pada suatu struktur. Bentuk umum dari persamaan RAO dalam fungsi frekuensi (Chakrabarty, 1987) adalah sebagai berikut:

Response (ω) = (RAO) η (ω) , dimana, η = amplitudo gelombang, m, ft

Menurut Chakrabarti (1987), persamaan RAO dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$RAO (\omega) = \frac{X_p(\omega)}{\eta (\omega)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

$X_p(\omega)$ = amplitudo struktur (m)

$\eta (\omega)$ = amplitudo gelombang (m)

2.2.10. *JONSWAP Spectrum*

Spektrum JONSWAP dikembangkan oleh Hasselman, *et al.*(1973) selama *Joint North Sea Wave Project* dan karenanya dinamai JONSWAP. Persamaan spektrum JONSWAP dapat dituliskan sebagai berikut :

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp[-1.25(\omega/\omega_0)^{-4}] \gamma^{\exp\left[-\frac{(\omega-\omega_0)^2}{2\tau^2\omega_0^2}\right]} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana γ = *peakedness parameter*, dan τ = *shape parameter* (τ_a untuk $\omega \leq \omega_0$ dan τ_b untuk $\omega \geq \omega_0$). Memperibankan medan angin dengan kecepatan U_w dengan *fetch* X , nilai rata – rata dari kuantitas berikut diberikan :

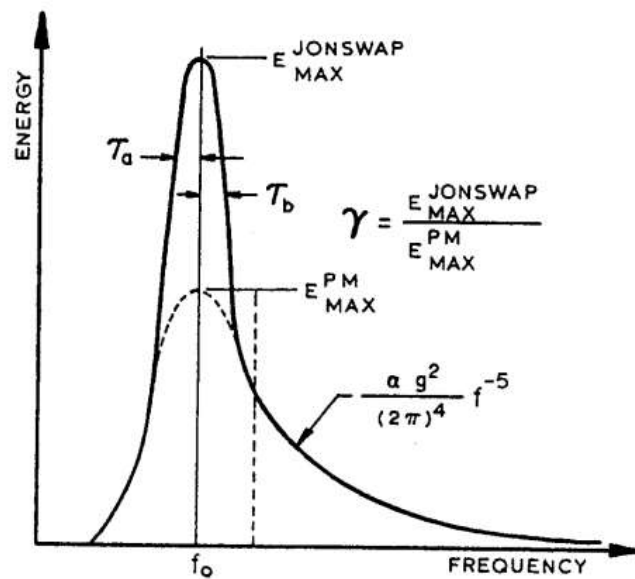
$\gamma = 3.30$ → dapat bervariasi antara 1 sampai 7

$$\tau_a = 0.07$$

$$\tau_b = 0.09$$

$\alpha = 0.076(X_0)^{-0.22}$ → $\alpha = 0.0081$ (jika X tidak diketahui)

$$\omega_0 = 2\pi(g/U_w)(X_0)^{-0.33}$$



Gambar 2.9. Perbandingan spektra JONSWAP dan Pierson-Moskowitz
(Chakrabarti, 1987)

Nilai dari α dianggap sama dengan formula P-M untuk *fetch* yang berbeda. Spektra JONSWAP dan P-M dibandingkan pada **Gambar 2.9**. Nilai γ 3,3 menghasilkan spektrum rata – rata untuk kecepatan angin tertentu, U_w , dan panjang *fetch*, X . Namun, nilai γ akan bervariasi meskipun kecepatan angin konstan bergantung pada durasi angin, dan tahap pertumbuhan, dan kehilangan dari badai. Nilai γ terlihat mengikuti distribusi probabilitas normal (**Gambar 2.10**). Ochi (1978) memperlihatkan kumpulan kurva untuk lima nilai γ yang berbeda antara 1,75 dan 4,85 bersama dengan faktor pemberat berdasarkan probabilitas kerapatan spektrum. Dia menyarankan untuk memakai spektra gelombang JONSWAP untuk perencanaan struktur lepas pantai di area terbatas.

Spektrum JONSWAP sering dianggap spektrum dengan dua parameter γ dan ω_0 . Namun, dalam perancangan, seringkali tinggi signifikan dan periode rata –

rata dari gelombang acak ditentukan. Hubungan analisis antara ke empat parameter ini ditunjukkan pada persamaan polinomial berikut :

$$H_s = (0.11661 + 0.01581\gamma - 0.00065\gamma^2)T_0^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

$$T_0 = (1.49 - 0.102\gamma + 0.0142\gamma^2 - 0.00079\gamma^3)T_z \dots\dots\dots (2.4)$$

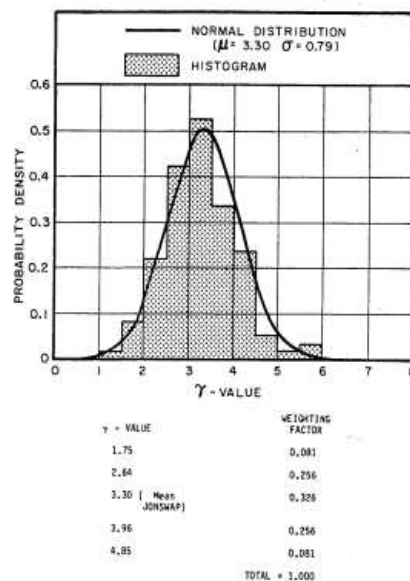
Dari persamaan diatas, untuk $\gamma = 1$

$$H_s = 0.1317T_0^2 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$T_0 = 1.4014T_z \dots\dots\dots (2.6)$$

Goda (1979) telah menurunkan persamaan spektrum JONSWAP untuk penggunaan parameter H_s dan ω_0 sebagai berikut :

$$S(\omega) = \alpha * H_s^2 \frac{\omega^{-5}}{\omega_0^{-4}} \exp[-1.25(\omega/\omega_0)^{-4}] \gamma \exp[-(\omega-\omega_0)^2(2\tau^2\omega_0^2)] \dots\dots\dots (2.7)$$



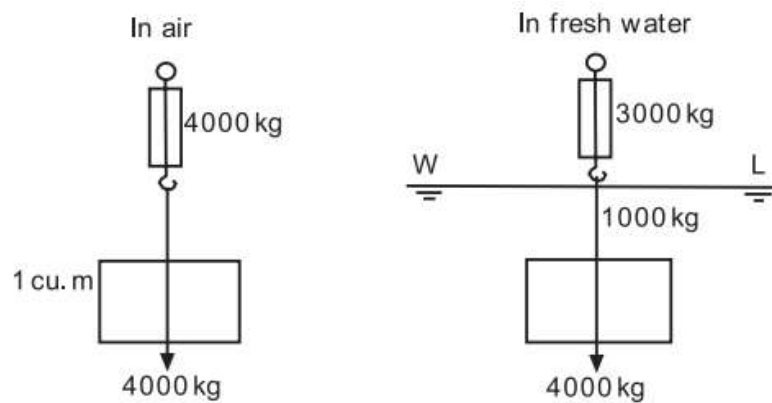
Gambar 2.10. Histogram dan distribusi probabilitas yang berasal dari nilai – nilai γ , dan nilai – nilai γ yang direkomendasikan sesuai faktor pemberat. (Ochi, 1978)

2.2.11. Buoyancy

Hukum Archimedes menyatakan bahwa jika suatu benda tercelup seluruhnya atau sebagian ke dalam fluida, tampak mengalami kehilangan massa sama dengan massa fluida yang dipindahkan (Derret, 1999). Massa jenis air tawar adalah 1000 kg/cm^3 . Oleh karena itu, ketika suatu benda direndam di air tawar,

maka benda tersebut kehilangan massa 1000 kg untuk setiap 1 cm³ air yang dipindahkan.

Ketika sebuah kotak berukuran 1 cm³ dan massa 4000 kg direndam dalam air tawar akan nampak benda tersebut mengalami kerugian dalam massa 1000 kg. Jika diukur dengan neraca pegas keseimbangan akan menunjukkan 3000 kg.



Gambar 2.11. Sebuah kotak dengan volume 1 cm³ dan massa 4000 kg direndam di air tawar 1000 kg/cm³. (Derret, 1999)

Karena massa awal dari kotak tersebut tidak berubah, maka harusnya terdapat gaya yang bekerja vertikal ke atas untuk menjelaskan hilangnya massa 1000 kg. Gaya ini disebut gaya *buoyancy* (gaya apung), dan dianggap bekerja pada arah vertikal ke atas melalui titik yang disebut pusat apung (*Centre of Buoyancy*).

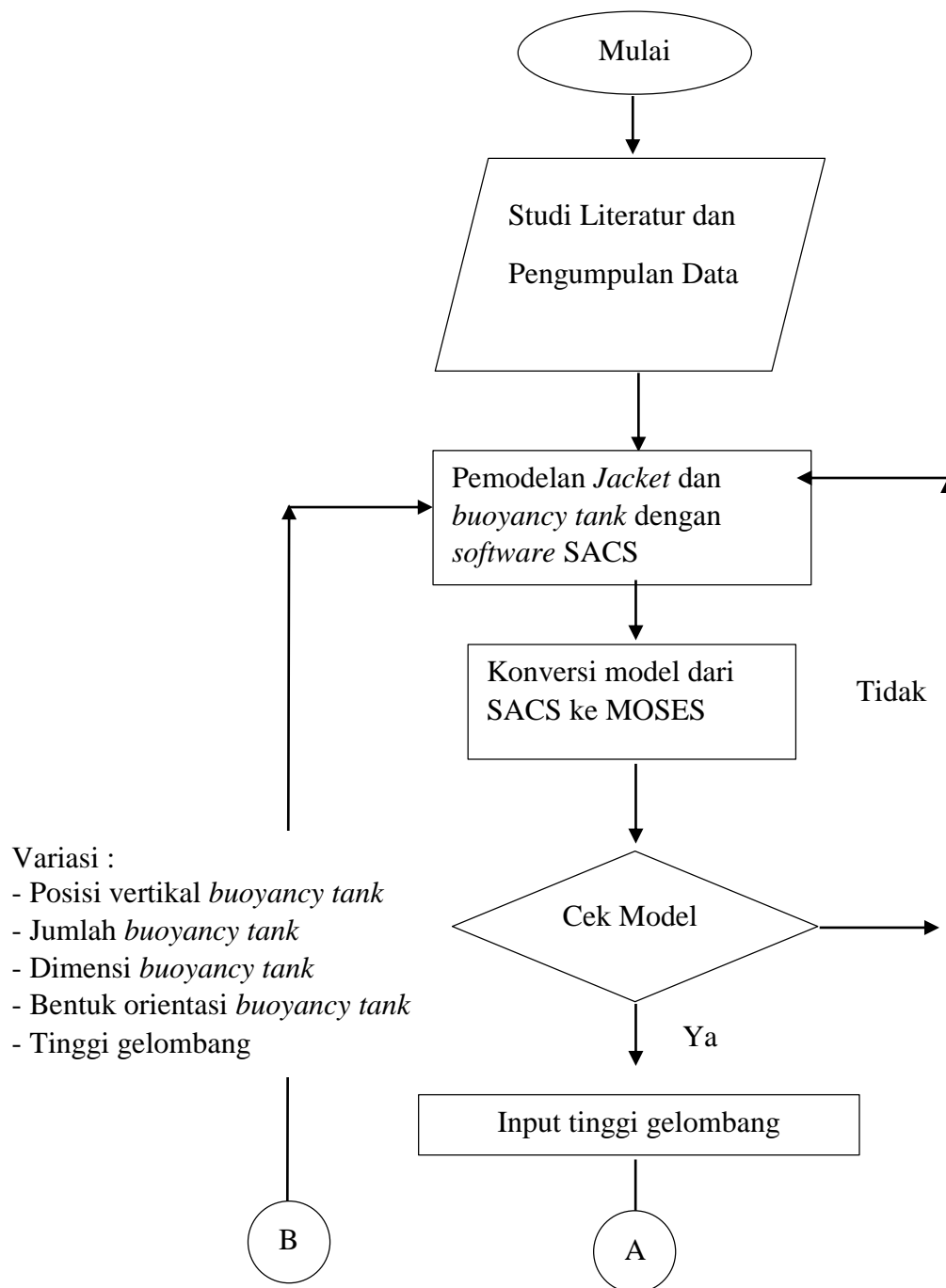
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

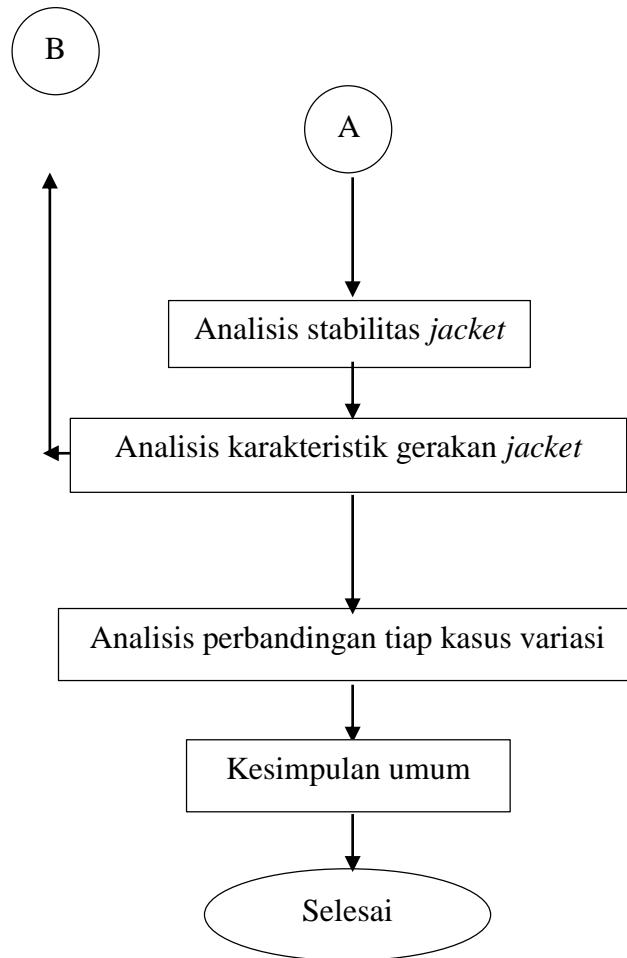
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penjelasan mengenai tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)

3.2 Prosedur Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian diatas, dapun prosedur penelitian dan langkah-langkah penelitian dalam mencapai tujuan Tugas Akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi dan pengumpulan literatur sebgai bahan-bahan referensi dan sumber teori-teori yang diperlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir kali ini.

2. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk penelitian berupa data sruktur *jacket*. Data yang digunakan didapat dari hasil pengerjaan Tugas Rancang Besar 2 & 3.

3. Pemodelan *Jacket* dengan *software* SACS

Melakukan pemodelan dengan bantuan *software* SACS untuk penelitian. Pemodelan *jacket* diberi variasi posisi, jumlah, dan dimensi *buoyancy tank*.

4. Konversi model dari SACS ke MOSES.

Merubah file hasil pemodelan SACS ke file untuk dapat digunakan *software* MOSES untuk analisis.

5. Cek Model

Mengecek model setelah konversi apakah masih sama atau tidak. Parameter yang diperiksa adalah total berat dan daya apung struktur.

6. Input tinggi gelombang

Memasukkan data lingkungan berupa tinggi gelombang. Tinggi gelombang divariasikan untuk mewakili kondisi lingkungan tenang dan ekstim.

7. Analisis stabilitas *jacket*

Melakukan analisis stabilitas *jacket* apakah sesuai dengan panduan Noble Denton 0028/ND. Stabilitas yang ditinjau adalah tinggi *metacenter* (GM).

8. Analisis karakteristik gerakan *jacket*

Menganalisis gerakan *jacket* akibat dari variasi *buoyancy tank* dan tinggi gelombang.

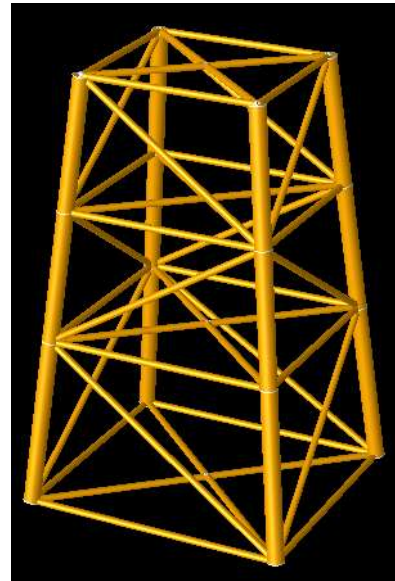
9. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.3 Data Jacket

Data *jacket* yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *jacket* dari tugas rancang besar dengan data sebagai berikut :

Tinggi	: 104 ft
Lebar	: 63.8 ft
Kedalaman	: 95 ft
Batter	: 1:10
Kaki	: 4
OD Leg	: 48 in
WT Leg	: 1 in
CoG	
X	: 0.1 ft
Y	: 0.1 ft
Z	: 50.4 ft



Gambar 3.2. Data *Jacket*

3.3 Data Lingkungan

Jacket diasumsikan akan diinstal di wilayah Laut Banda dengan rentang tinggi gelombang 0.5 – 1.25 m berdasarkan data dari BMKG 30 April 2017.



Gambar 3.3. Peta Laut Banda

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan Jacket dengan Buoyancy Tank

Pemodelan dilakukan menggunakan *software* SACS dengan variasi *Buoyancy Tank*. Variasi pemodelan dilakukan sebanyak 7 macam, berupa variasi posisi sebanyak 3 buah, variasi jumlah 1 buah, variasi ukuran 2 buah, dan variasi bentuk orientasi 1 buah. Struktur yang digunakan dalam penelitian ini memiliki data sebagai berikut.

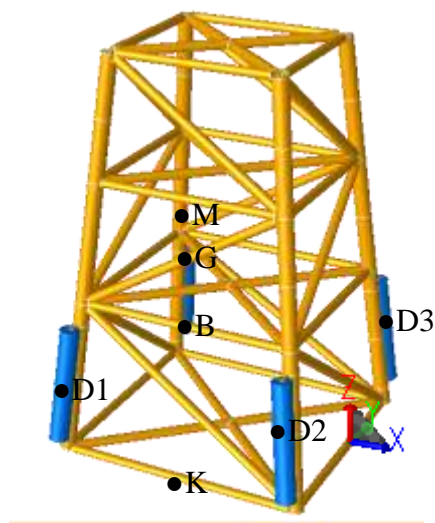
Tabel 4.1. Data *Jacket*

Member Properties			
	Leg	Horizontal Brace	Plane Brace
OD (in)	48	27	30
WT (in)	1	0.5	1

Tabel 4.2. Data *Buoyancy Tank* tiap *Case*

#	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7
OD (in)	60	60	60	60	75	40	60
Wt (in)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Jumlah	4	4	4	8	4	4	2

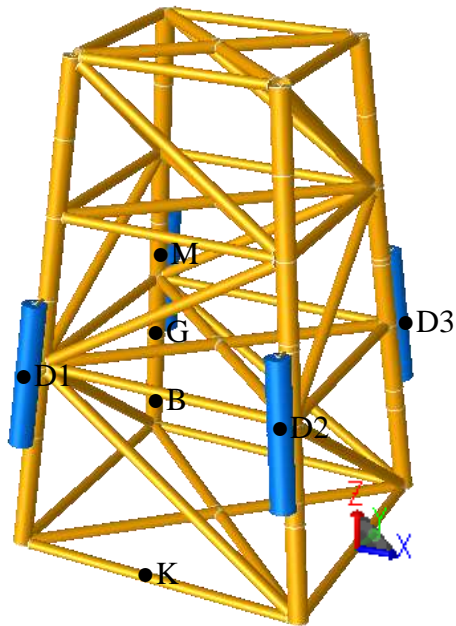
4.1.1 Case 1 (Variasi Posisi)



Gambar 4.1. Pemodelan *Case I*

Model *jacket case 1* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 20 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. Total berat model 727.05 kips dan total *buoyancy* 859.07 kips.

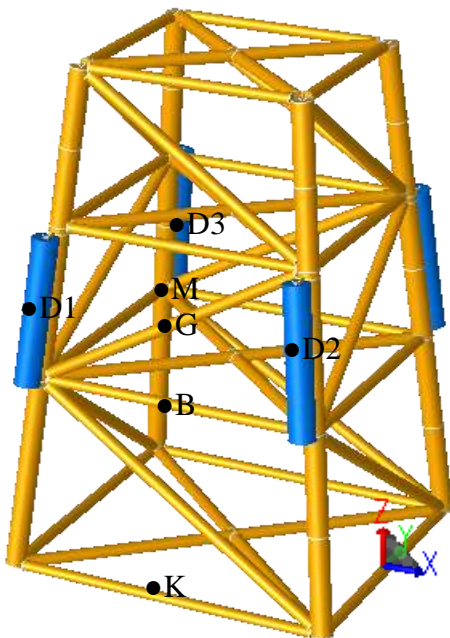
4.1.2 Case 2 (Variasi Posisi)



Gambar 4.2. Pemodelan Case 2

Model *jacket case 2* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 41 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. Total berat model 727.05 kips dan total *buoyancy* 859.07 kips.

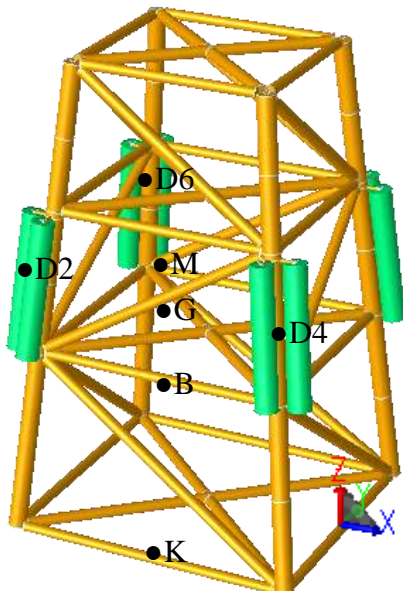
4.1.3 Case 3 (Variasi Posisi)



Gambar 4.3. Pemodelan Case 3

Model *jacket case 3* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 56.5 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. Total berat model 727.05 kips dan total *buoyancy* 859.07 kips.

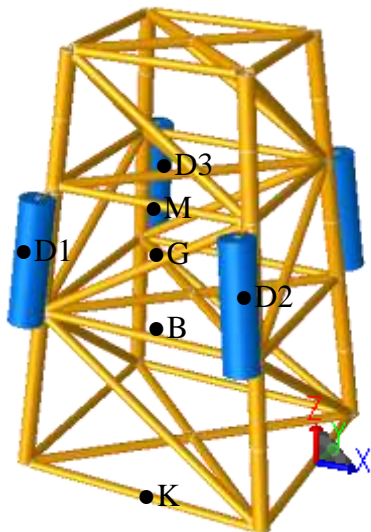
4.1.4 Case 4 (Variasi Jumlah)



Gambar 4.4. Pemodelan Case 4

Model *jacket case 4* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 56.5 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 2* apabila 2 *tank* D2 bocor. Kondisi *damage 4* apabila 2 *tank* D2 dan 2 *tank* D4 bocor. Kondisi *damage 6* apabila 2 *tank* D2, 2 *tank* D4, dan 2 *tank* D6 bocor. Total berat model 769.03 kips dan total *buoyancy* 1015.01 kips.

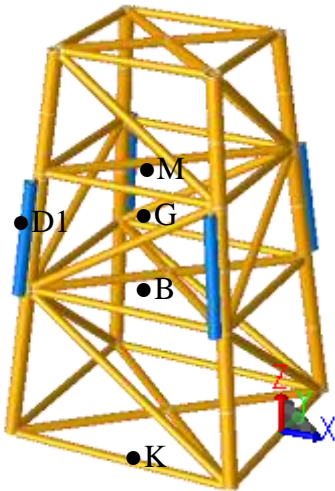
4.1.5. Case 5 (Variasi Dimensi)



Gambar 4.5. Pemodelan Case 5

Model *jacket case 5* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 56.5 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. Total berat model 738.03 kips dan total *buoyancy* 945.57 kips.

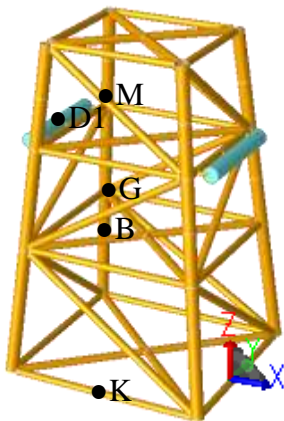
4.1.6. Case 6 (Variasi Dimensi)



Gambar 4.6. Pemodelan Case 6

Model *jacket case 6* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 56.5 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank D1* bocor. Total berat model 714.1 kips dan total *buoyancy* 774.5 kips.

4.1.7. Case 7 (Variasi Orientasi)

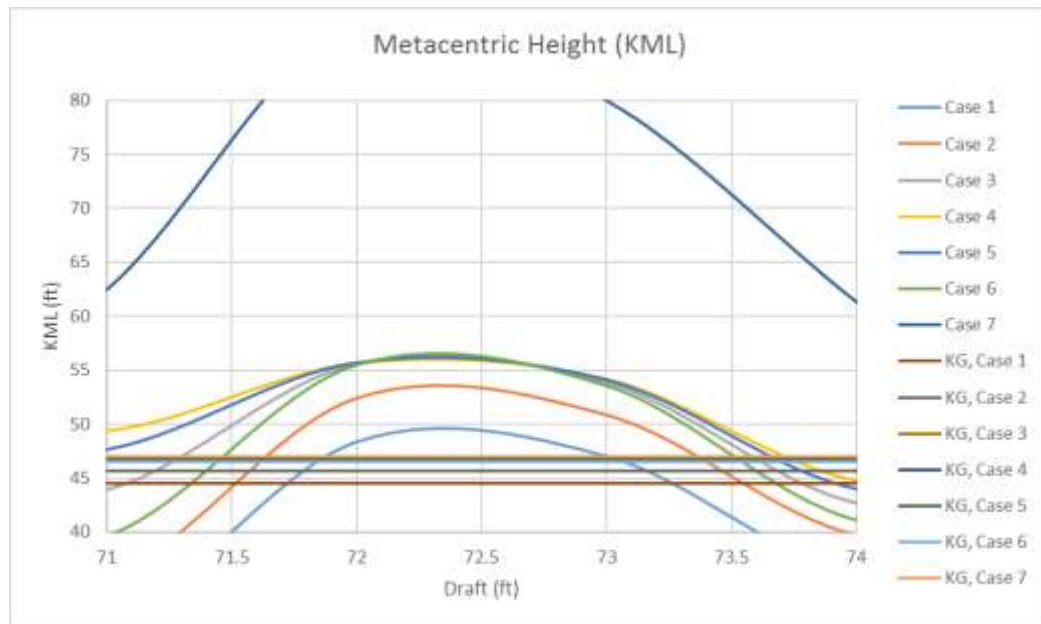


Gambar 4.7. Pemodelan Case 7

Model *jacket case 7* memiliki *buoyancy tank* dengan konfigurasi seperti gambar di samping. Posisi titik berat *buoyancy tank* berada pada elevasi 72 ft dari titik K. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank D1* bocor. Total berat model 709 kips dan total *buoyancy* 790.87 kips.

4.2. Analisis Stabilitas Statis

Analisis stabilitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kestabilan *jacket* saat mengapung dengan berbagai pengaruh variasi *buoyancy tank* dan kegagalannya. Kestabilan bangunan diketahui dengan meninjau titik metacenter (M), titik berat (G), dan titik apung (B).



Gambar 4.8. Grafik Tinggi Metacenter (KML)

Dapat diketahui pengaruh posisi *buoyancy tank* pada nilai KML, dapat dilihat pada grafik *case 1, 2 dan 3* bahwa jika posisi *buoyancy tank* mendekati sarat air maka nilai KML semakin tinggi. Kemudian pengaruh jumlah *buoyancy tank* dapat dilihat grafik *case 4 dan 3*, semakin banyak *buoyancy tank* menyebabkan luas permukaan air (WPA) menjadi semakin besar sehingga menyebabkan nilai KML semakin besar juga. Hal ini berlaku juga dengan kasus variasi dimensi, dapat dilihat grafik *case 5 dan 6*, semakin besar dimensi *buoyancy tank* maka nilai KML juga semakin besar. Perbedaan signifikan terjadi pada *case 7* karena orientasi *buoyancy tank* sejajar dengan garis air menyebabkan luas permukaan air sangat besar sehingga memberikan nilai KML yang sangat besar.

Pengaruh terjadinya *damage* pada *buoyancy tank* memberikan pengaruh pada titik KG tergantung pada posisi *buoyancy tank* tersebut. Jika *buoyancy tank*

yang mengalami *damage* posisinya berada diatas titik berat *jacket* maka akan menyebabkan nilai KG naik sedangkan, jika posisinya berada dibawah titik berat *jacket*, maka nilai KG akan turun.

Berikut adalah GM keseluruhan model yang menunjukkan bahwa *jacket* stabil pada kondisi mengapung karena GM lebih dari 1.65 ft (0.5 m) menurut Noble Denton.

Tabel 4.3. GM Setiap Model Kondisi Normal

#	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7
GM (ft)	8.8	16.73	19.01	18.77	19.02	19.01	50.5

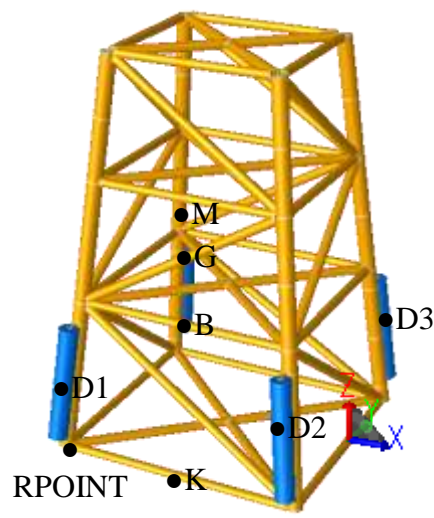
Tabel 4.4. GM Setiap Model Kondisi *Buoyancy Tank Damage*

#	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7
GM (ft)	10.8	17.73	17.01	16.77	17.02	17.01	47.5

4.3. Analisis Stabilitas Dinamis

Analisis dinamis dilakukan dengan melihat gerakan *jacket* saat mengapung pada kondisi *vertical*. Analisis dinamis dilakukan dengan tujuan mengetahui sikap gerakan bangunan *jacket* ketika mengapung dan menentukan kondisi yang aman untuk penurunan dan penempatan *jacket* pada point yang tepat pada *seabed*. Gerakan yg ditinjau adalah *heave*, *surge*, dan *pitch*.

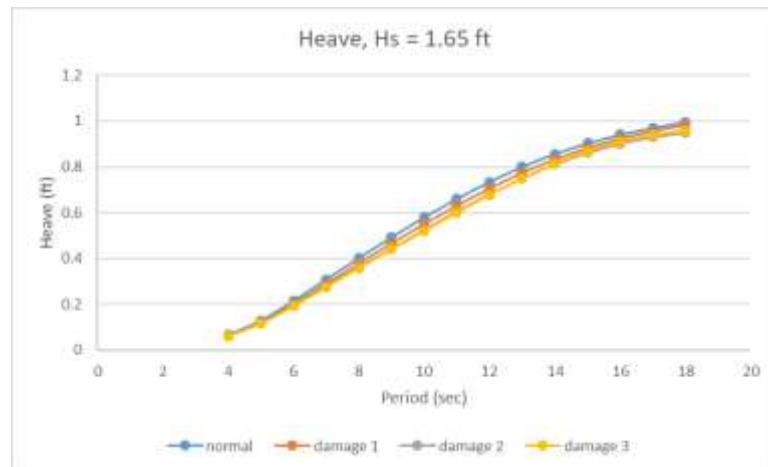
4.3.1 Case 1



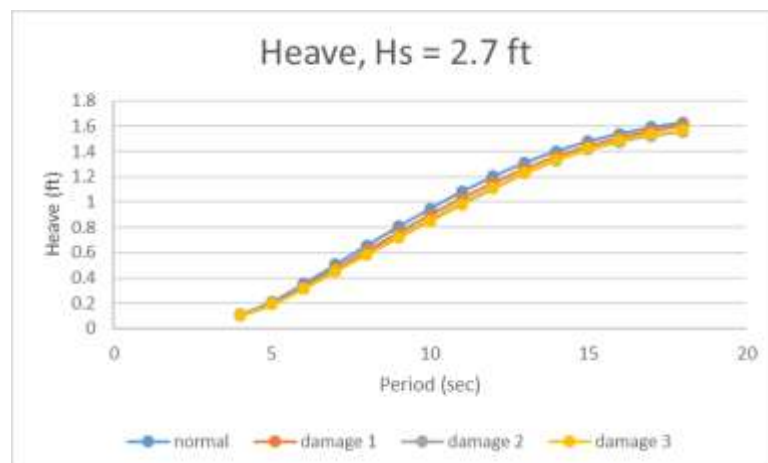
Gambar 4.9. Jacket case 1

Berikut merupakan skenario untuk model *jacket case 1*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau.

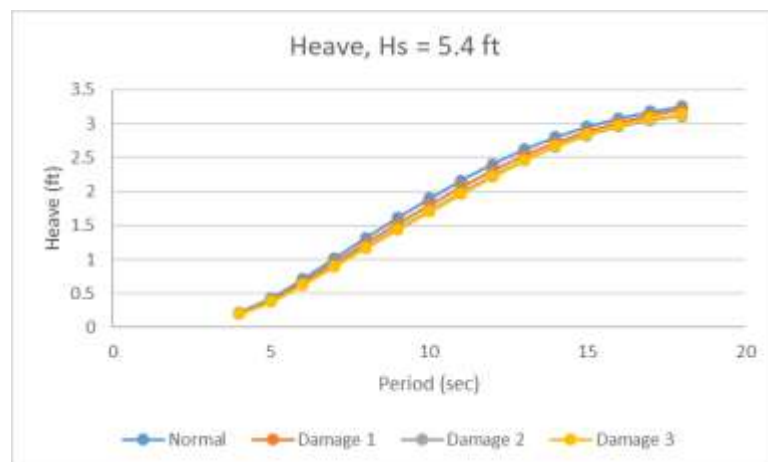
Arah gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*.
Gerakan *heave* disajikan pada grafik dibawah ini



Gambar 4.10. Grafik motion heave pada $H_s = 1.67$ ft



Gambar 4.11. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft



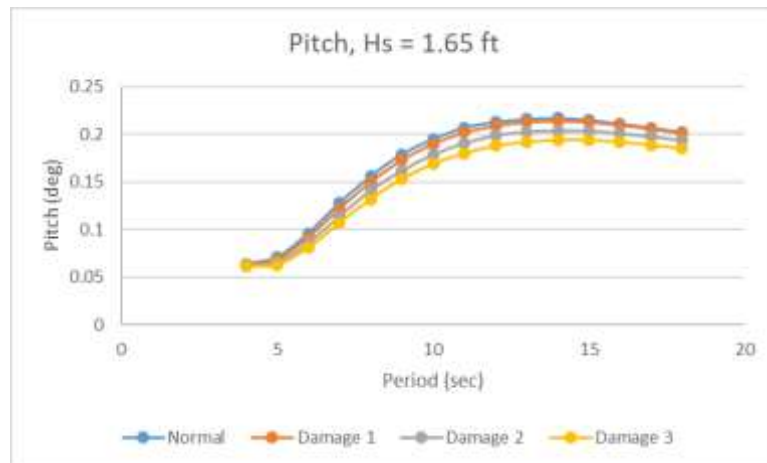
Gambar 4.12. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat melalui grafik, semakin bertambahnya massa *jacket* akibat *buoyancy tank* kemasukan air maka gerakan heave semakin mengecil. Gerakan tersebut didapat dari titik yang ditinjau.

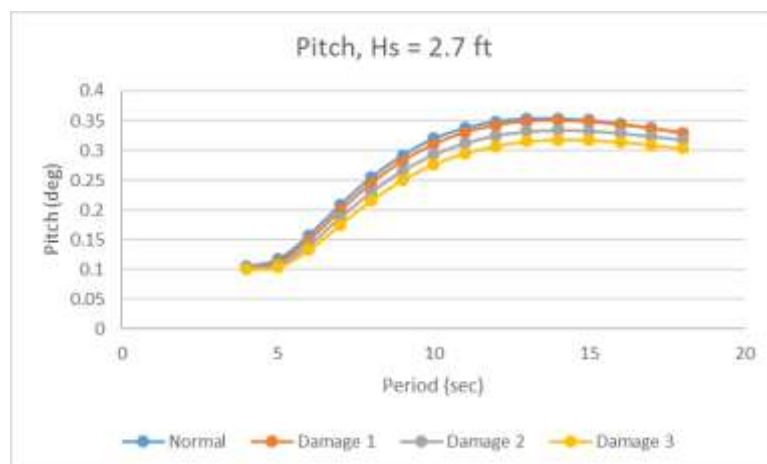
Tabel 4.5. Gerakan *peak heave jacket case 1*

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	0.995	0	Normal	1.629	0	Normal	3.257	0
Damage1	0.981	-1.41	Damage1	1.605	-1.47	Damage1	3.209	-1.47
Damage2	0.950	-4.52	Damage2	1.555	-4.54	Damage2	3.11	-4.51
Damage3	0.958	-3.72	Damage3	1.567	-3.81	Damage3	3.134	-3.78

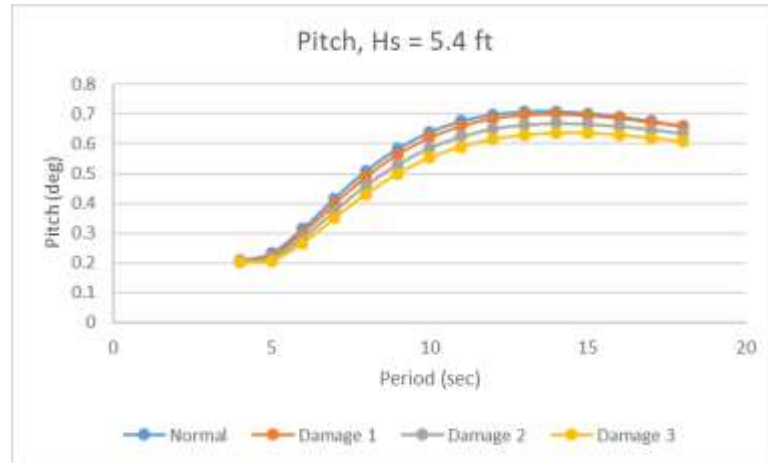
Setelah gerakan *heave*, berikutnya adalah gerakan *pitch* yaitu gerakan rotasi terhadap sumbu y. Gerakan *pitch* disajikan dalam grafik dibawah ini



Gambar 4.13. Grafik motion pitch pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.14. Grafik motion pitch pada Hs = 2.7 ft



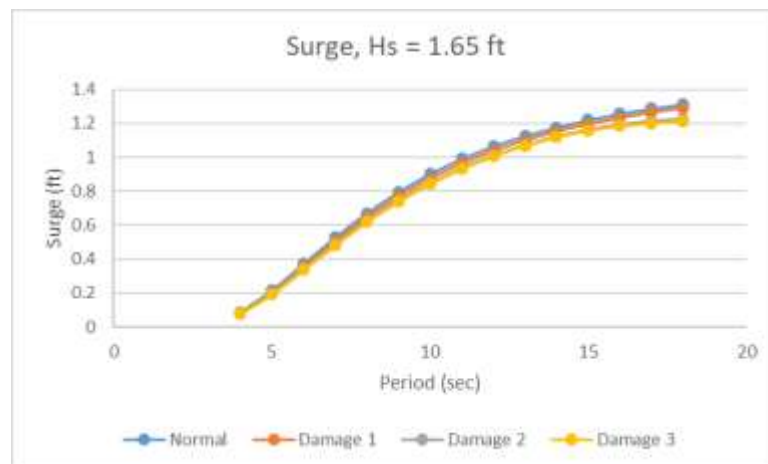
Gambar 4.15. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, gerakan *pitch* semakin mengecil seiring dengan bertambahnya massa struktur akibat *buoyancy tank* kemasukan air.

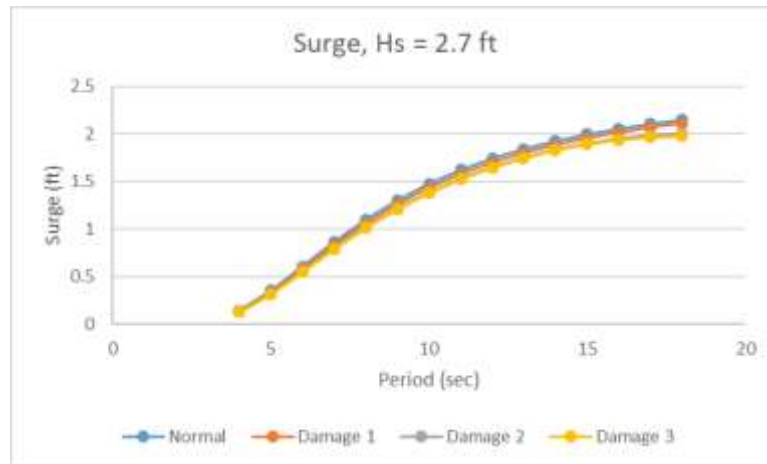
Tabel 4.6. Tabel peak pitch jacket case 1

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	0.202	0	Normal	0.33	0	Normal	0.66	0
Damage1	0.201	-0.50	Damage1	0.329	-0.30	Damage1	0.659	-0.15
Damage2	0.194	-3.96	Damage2	0.318	-3.64	Damage2	0.635	-3.79
Damage3	0.185	-8.42	Damage3	0.303	-8.18	Damage3	0.607	-8.03

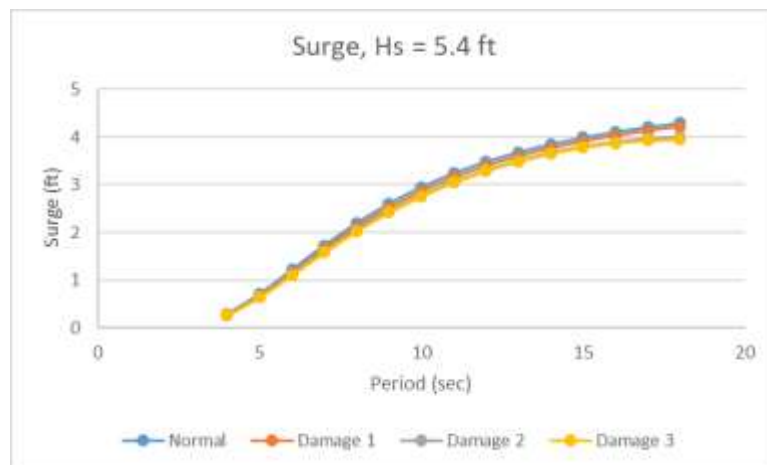
Setelah gerakan *pitch*, yang ditinjau selanjutnya adalah gerakan *surge*, yaitu gerakan translasi terhadap sumbu x. Grafik berikut menyajikan gerakan *surge*.



Gambar 4.16. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.17. Grafik motion surge pada Hs = 2.7 ft



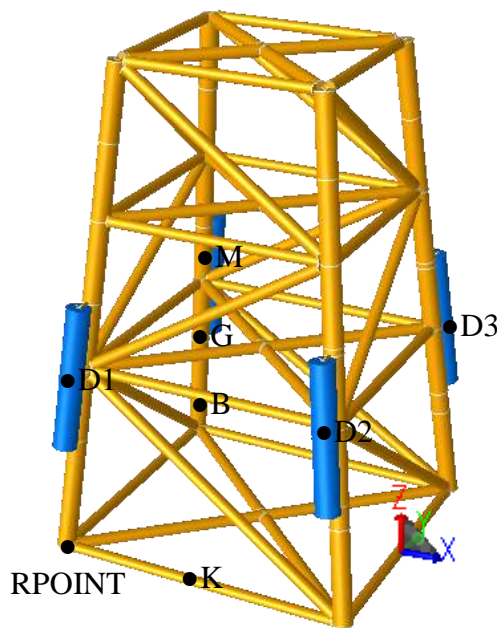
Gambar 4.18. Grafik motion surge pada Hs = 5.4 ft

Jika diperhatikan dari grafik, semakin bertambahnya massa maka nilai gerakan *surge* semakin kecil. Secara keseluruhan model *jacket case 1* masih aman untuk melaksanakan operasi penurunan *jacket* pada kondisi tinggi gelombang signifikan 1.65 ft, 2.7 ft, 5.4 ft.

Tabel 4.7. Tabel peak surge jacket case 1

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	1.313	0	Normal	2.149	0	Normal	4.297	0
Damage1	1.289	-1.83	Damage1	2.109	-1.86	Damage1	4.218	-1.84
Damage2	1.225	-6.70	Damage2	2.005	-6.70	Damage2	4.01	-6.68
Damage3	1.208	-8.00	Damage3	1.976	-8.05	Damage3	3.953	-8.01

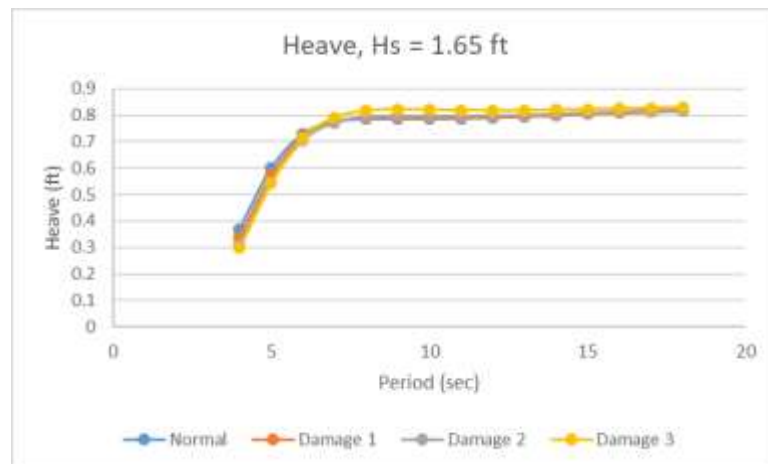
4.3.2. Case 2



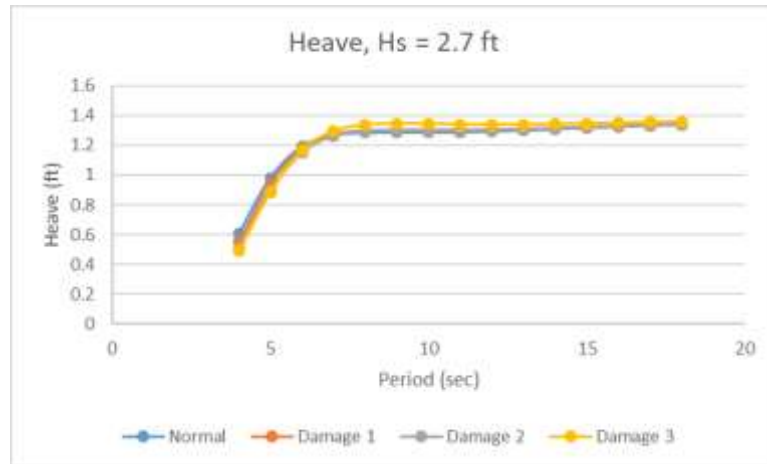
Gambar 4.19. Model *Jacket*

Berikut merupakan skenario untuk model *jacket case 2*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau.

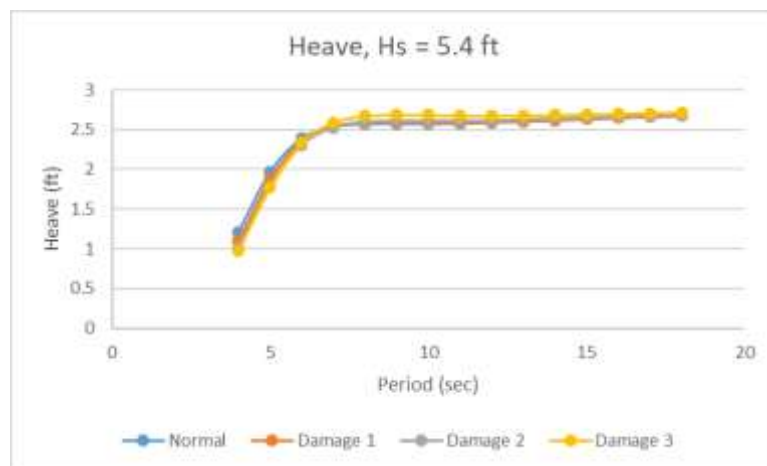
Gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*. Gerakan *heave* merupakan gerak translasi terhadap sumbu z. Grafik berikut menyajikan gerakan *heave jacket case 2*.



Gambar 4.20. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.21. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft



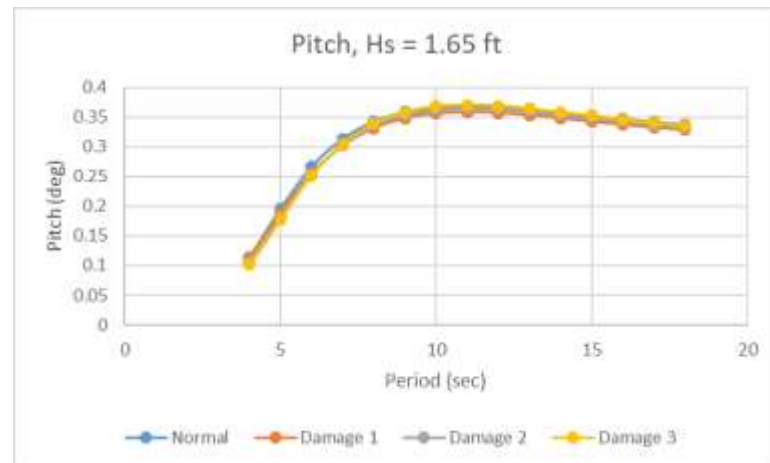
Gambar 4.22. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, pada periode kecil nilai heave kondisi normal lebih besar. Namun, seiring periode bertambah besar yang memiliki nilai heave paling besar adalah pada kondisi damage 3.

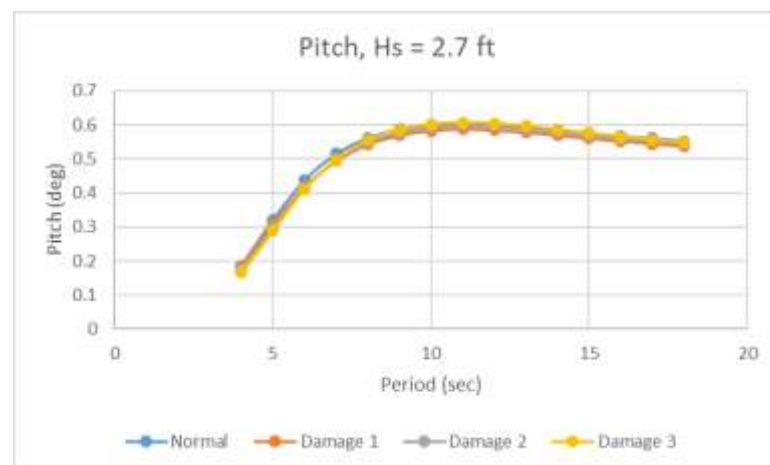
Tabel 4.8. Tabel peak heave jacket case 2

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	0.82	0	Normal	1.342	0	Normal	2.685	0
Damage1	0.817	-0.37	Damage1	1.337	-0.37	Damage1	2.673	-0.45
Damage2	0.819	-0.12	Damage2	1.34	-0.15	Damage2	2.68	-0.19
Damage3	0.83	1.22	Damage3	1.358	1.19	Damage3	2.715	1.12

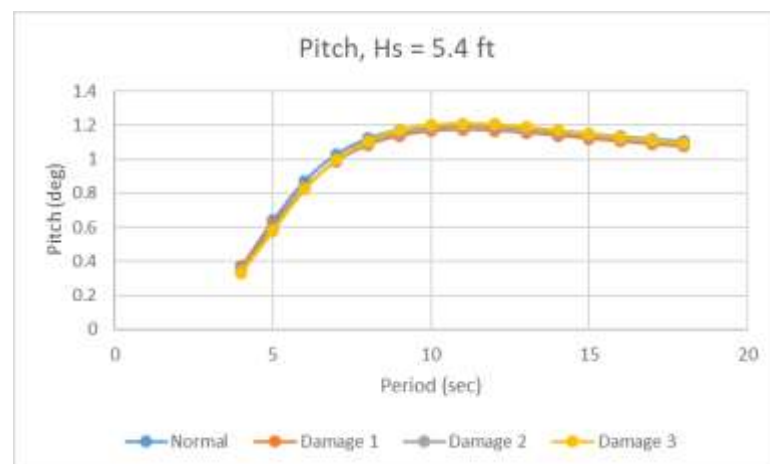
Berikutnya gerakan pitch disajikan pada grafik berikut ini.



Gambar 4.23. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.24. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft



Gambar 4.25. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, nilai gerakan pitch kondisi normal pada periode kecil merupakan yang paling besar. Namun pada periode tertentu antara 10 – 15 detik, kondisi damage 3 memiliki nilai pitch yang paling besar. Kemudian pada periode maksimum nilai pitch kondisi normal merupakan yang paling besar.

Tabel 4.9. Tabel peak pitch jacket case 2

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	0.338	0.00	Normal	0.553	0.00	Normal	1.105	0.00
Damage1	0.328	-2.96	Damage1	0.537	-2.89	Damage1	1.074	-2.81
Damage2	0.332	-1.78	Damage2	0.543	-1.81	Damage2	1.086	-1.72
Damage3	0.335	-0.89	Damage3	0.548	-0.90	Damage3	1.095	-0.90

Kemudian, grafik berikut menyajikan gerakan *surge*.



Gambar 4.26. Grafik motion surge pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.27. Grafik motion surge pada Hs = 2.7 ft



Gambar 4.28. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft

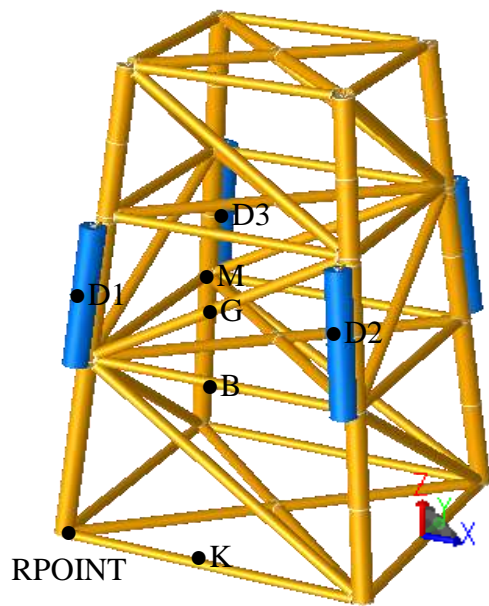
Jika dilihat dari grafik, nilai *surge* kondisi normal pada periode awal merupakan yang paling besar. Namun pada periode yang semakin besar nilai *surge* kondisi damage 3 menjadi yang paling besar dari kondisi yang lain. Dari grafik yang disajikan, pada gelombang dengan kondisi $H_s = 1.65$ ft dan $H_s = 2.7$ ft, perilaku gerakan *jacket* masih aman untuk dilakukan operasi penurunan *jacket* atau *set down* karena kemungkinan *miss* dengan titik yang direncanakan kecil. Namun jika melihat pada kondisi gelombang $H_s = 5.4$ ft, gerakan *surge jacket* bias mencapai maksimum 5.5 ft, relative lebih besar dari model *jacket* yang lain dan kemungkinan *miss* dengan titik yang direncanakan besar.

Tabel 4.10. Tabel peak surge jacket case 2

1)	$H_s = 1.65$ ft		2)	$H_s = 2.7$ ft		3)	$H_s = 5.4$ ft	
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	1.66	0.00	Normal	2.716	0.00	Normal	5.432	0.00
Damage1	1.661	0.06	Damage1	2.718	0.07	Damage1	5.436	0.07
Damage2	1.684	1.45	Damage2	2.756	1.47	Damage2	5.511	1.45
Damage3	1.693	1.99	Damage3	2.771	2.03	Damage3	5.541	2.01

4.3.3. Case 3

Berikut merupakan scenario untuk model *jacket case 3*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank D1* bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank D1* dan *D2* bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank D1*, *D2*, dan *D3* bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau.



Gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*. Gerakan *heave* merupakan gerak translasi terhadap sumbu *z*. Grafik berikut menyajikan gerakan *heave* jacket case 3.

Gambar 4.29. Jacket case 3



Gambar 4.30. Grafik motion heave pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.31. Grafik motion heave pada Hs = 2.7 ft



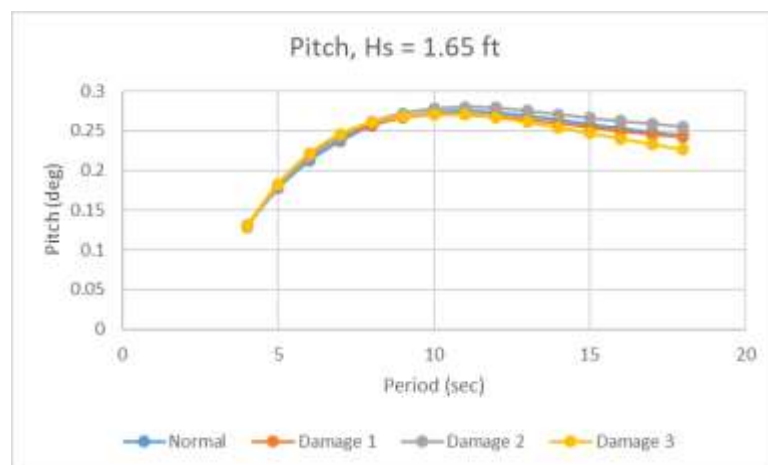
Gambar 4.32. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, pada periode kecil nilai heave kondisi normal lebih besar dari kondisi yang lain. Namun pada periode besar nilai heave terbesar adalah pada kondisi damage 3 dan damage 2 yang kedua-duanya memiliki nilai yang hampir sama.

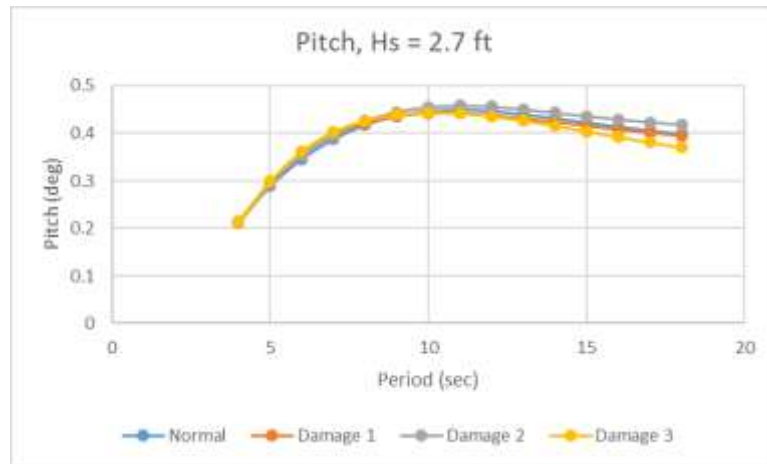
Tabel 4.11. Tabel peak heave jacket case 3

1) $H_s = 1.65$ ft			2) $H_s = 2.7$ ft			3) $H_s = 5.4$ ft		
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	1.51	0.00	Normal	2.471	0.00	Normal	4.942	0.00
Damage1	1.518	0.53	Damage1	2.484	0.53	Damage1	4.968	0.53
Damage2	1.534	1.59	Damage2	2.511	1.62	Damage2	5.022	1.62
Damage3	1.528	1.19	Damage3	2.5	1.17	Damage3	5	1.17

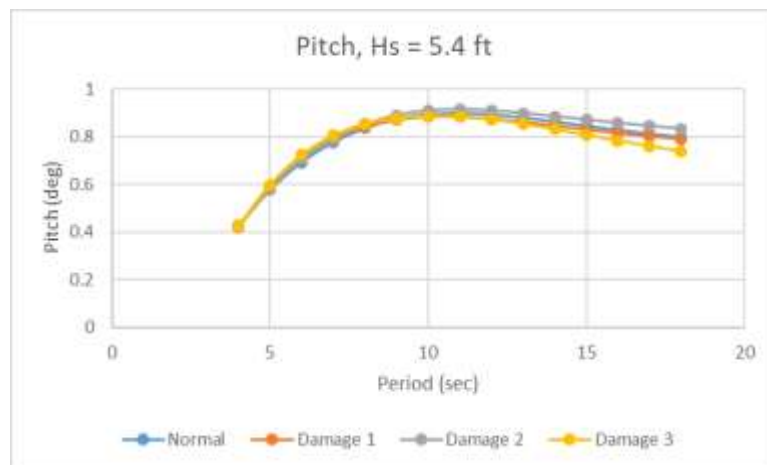
Grafik berikut menyajikan gerakan *pitch* dari model *jacket case 3*.



Gambar 4.33. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.34. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft



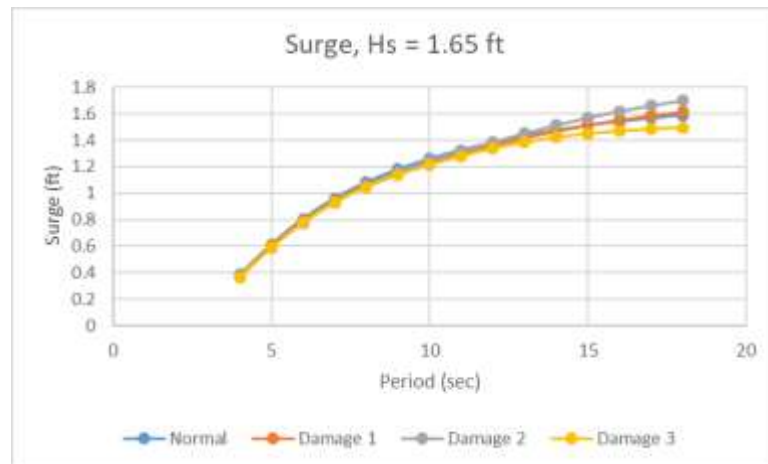
Gambar 4.35. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, pada periode kecil tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Namun antara periode 10 – 18 detik mulai terlihat perbedaan yang signifikan dimana kondisi damage 2 merupakan kondisi dengan nilai *pitch* terbesar diikuti kondisi normal, damage 1 dan damage 3.

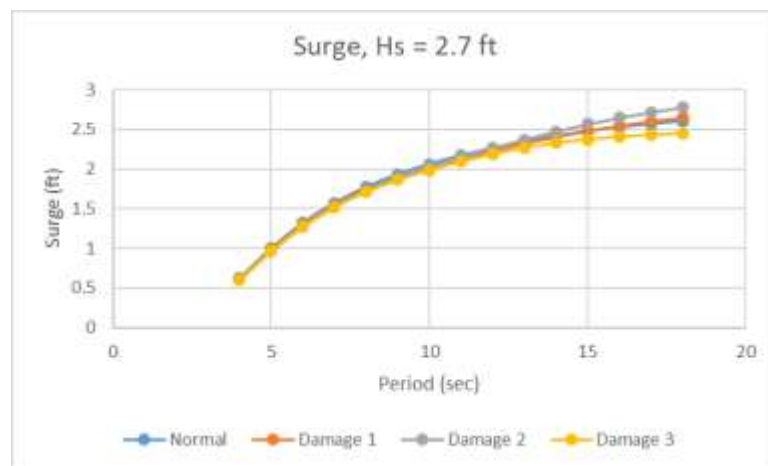
Tabel 4.12. Tabel peak pitch jacket case 3

1)	$H_s = 1.65$ ft		2)	$H_s = 2.7$ ft		3)	$H_s = 5.4$ ft	
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	0.244	0.00	Normal	0.399	0.00	Normal	0.798	0.00
Damage1	0.242	-0.82	Damage1	0.395	-1.00	Damage1	0.791	-0.88
Damage2	0.255	4.51	Damage2	0.418	4.76	Damage2	0.835	4.64
Damage3	0.226	-7.38	Damage3	0.37	-7.27	Damage3	0.74	-7.27

Grafik berikut menyajikan gerakan *surge* untuk model *jacket case 3*.



Gambar 4.36. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.37. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft



Gambar 4.38. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft

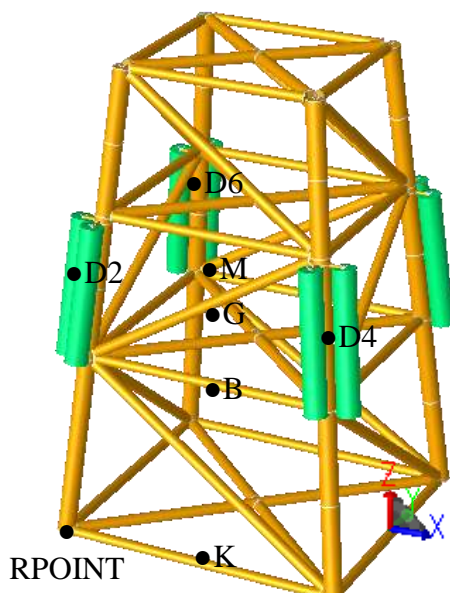
Jika dilihat dari grafik, periode awal tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Namun semakin besar periode, perbedaan nilai *surge* semakin besar dengan kondisi damage 2 merupakan yang terbesar diikuti oleh kondisi damage 1, kondisi normal dan damage 3.

Tabel 4.13. Tabel peak surge jacket case 3

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	1.589	0.00	Normal	2.6	0.00	Normal	5.2	0.00
Damage1	1.617	1.76	Damage1	2.647	1.81	Damage1	5.293	1.79
Damage2	1.699	6.92	Damage2	2.78	6.92	Damage2	5.561	6.94
Damage3	1.496	-5.85	Damage3	2.448	-5.85	Damage3	4.897	-5.83

Model *jacket case 3* pada kondisi tinggi gelombang $H_s = 1.65$ ft dan $H_s = 2.7$ ft dapat dikatakan tidak memiliki gerakan yang terlalu kasar atau bisa dilaksanakan operasi penurunan *jacket* ke point yang direncanakan di *sea bed* karena kemungkinan *miss* tidak terlalu besar. Namun dengan tinggi gelombang $H_s = 5.4$ ft, gerakan *surge* bias mencapai maksimum 5.5 ft yang tergolong besar sama seperti pada *case 2* sehingga dapat dikatakan tidak operable pada kondisi tinggi gelombang $H_s = 5.4$ ft.

4.3.4. Case 4



Gambar 4.39. Model Jacket case 4

Berikut merupakan scenario untuk model *jacket case 4*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 2* apabila 2 *tank* D2 bocor. Kondisi *damage 4* apabila 2 *tank* D2 dan 2 *tank* D4 bocor. Kondisi *damage 6* apabila 2 *tank* D2, 2 *tank* D4, dan 2 *tank* D6 bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau.

Gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*. Gerakan *heave* merupakan gerak translasi terhadap sumbu z. Grafik berikut menyajikan gerakan *heave jacket case 4*.



Gambar 4.40. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.41. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft



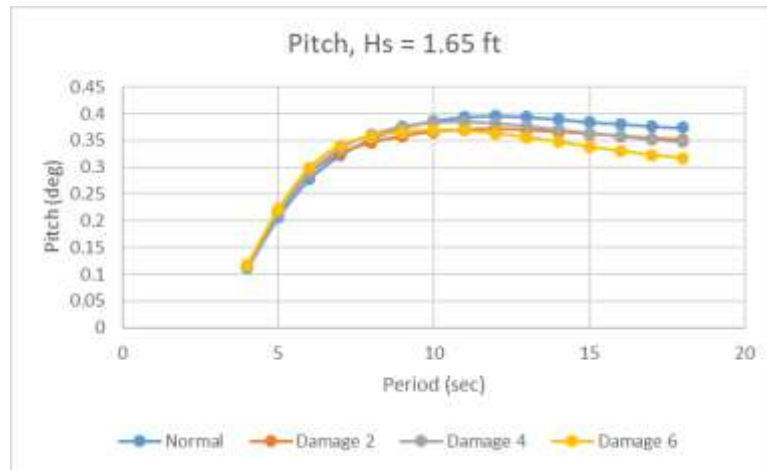
Gambar 4.42. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, antara periode 7 – 14 detik mempunyai perbedaan yang signifikan dimana kondisi damage 6 memiliki nilai *heave* yang tertinggi, diikuti oleh kondisi damage 4, damage 2, dan kondisi normal. Namun pada periode maksimum, nilai *heave* tertinggi pada kondisi normal.

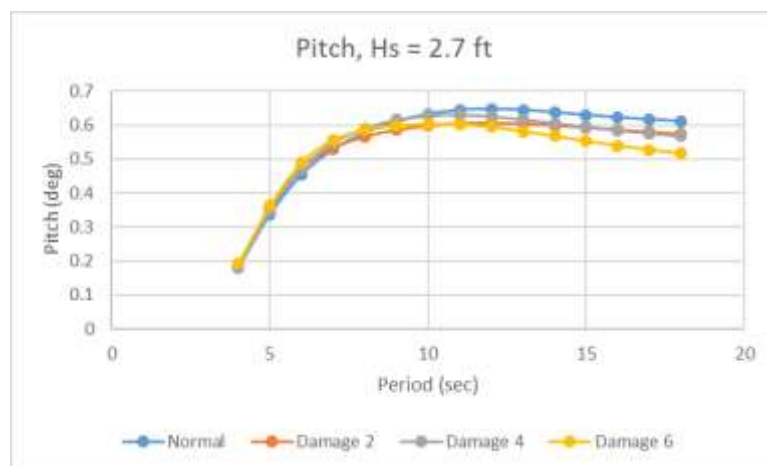
Tabel 4.43. Tabel peak heave jacket case 4

1) Hs = 1.65 ft			2) Hs = 2.7 ft			3) Hs = 5.4 ft		
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	1.051	0.00	Normal	1.719	0.00	Normal	3.438	0.00
Damage2	1.035	-1.52	Damage2	1.693	-1.51	Damage2	3.386	-1.51
Damage4	1.033	-1.71	Damage4	1.69	-1.69	Damage4	3.379	-1.72
Damage6	1.037	-1.33	Damage6	1.697	-1.28	Damage6	3.394	-1.28

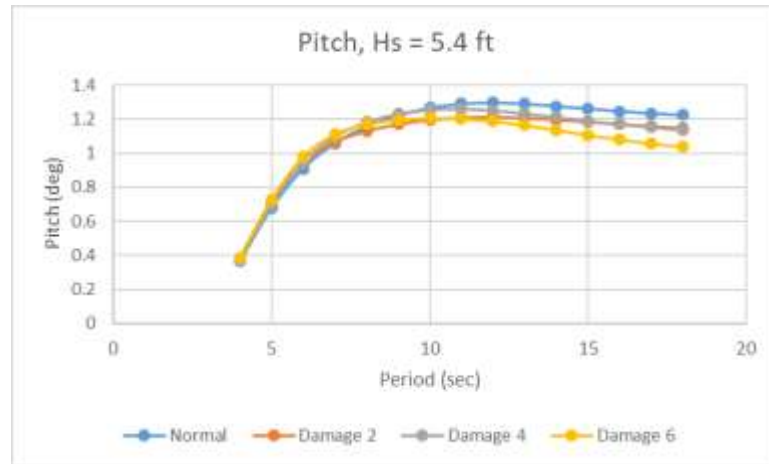
Grafik berikut menyajikan gerakan *pitch* model *jacket case 4*.



Gambar 4.44. Grafik motion pitch pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.45. Grafik motion pitch pada Hs = 2.7 ft



Gambar 4.46. Grafik motion pitch pada Hs = 5.4 ft

Jika dilihat pada grafik diatas, pada periode maksimum yaitu 18 detik, nilai *pitch* kondisi normal paling tinggi diantara kondisi yang lain. Nilai *pitch* kondisi damage 4 dan damage 2 tidak memiliki perbedaan yang signifikan dan kondisi damage 6 memiliki nilai *pitch* terkecil.

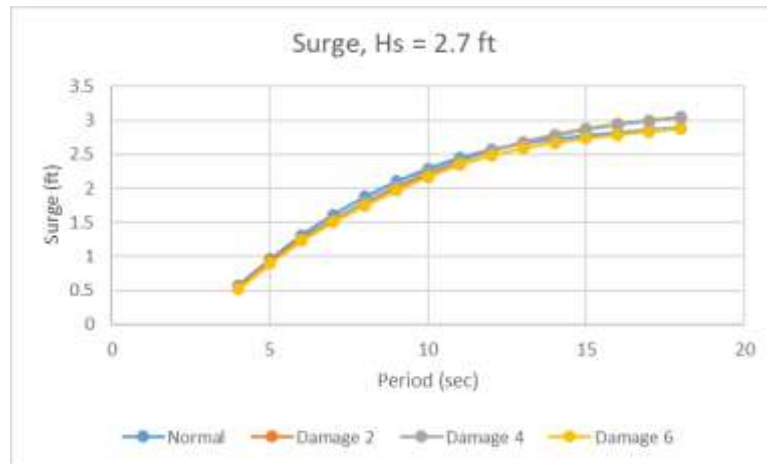
Tabel 4.15. Tabel peak pitch jacket case 4

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	0.374	0.00	Normal	0.612	0.00	Normal	1.224	0.00
Damage2	0.351	-6.15	Damage2	0.574	-6.21	Damage2	1.148	-6.21
Damage4	0.347	-7.22	Damage4	0.568	-7.19	Damage4	1.136	-7.19
Damage6	0.317	-15.24	Damage6	0.518	-15.36	Damage6	1.037	-15.28

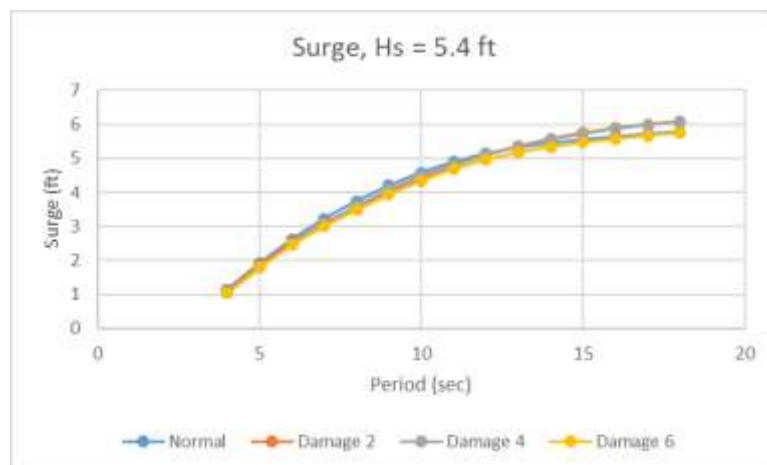
Grafik berikut menyajikan gerakan *surge* untuk model *jacket case 4*.



Gambar 4.47. Grafik motion surge pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.48. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft



Gambar 4.49. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, nilai gerakan *surge* pada kondisi damage 2 dan 4 merupakan yang tertinggi dan memiliki nilai yang hamper sama.

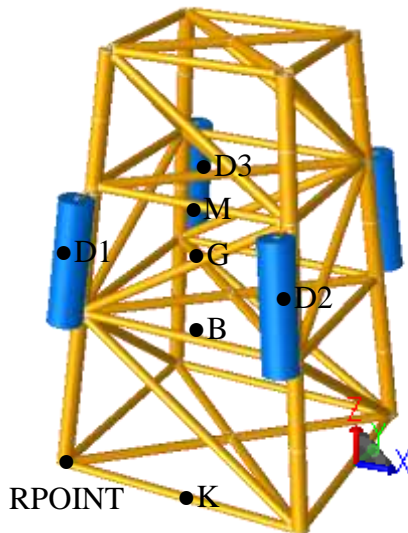
Tabel 4.16. Tabel peak surge jacket case 4

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	1.768	0.00	Normal	2.894	0.00	Normal	5.787	0.00
Damage2	1.86	5.20	Damage2	3.044	5.18	Damage2	6.087	5.18
Damage4	1.862	5.32	Damage4	3.046	5.25	Damage4	6.092	5.27
Damage6	1.759	-0.51	Damage6	2.878	-0.55	Damage6	5.756	-0.54

Pada kondisi tinggi gelombang $H_s = 1.65$ ft dan $H_s = 2.7$ ft *motion jacket* tidak terlalu besar. Namun pada tinggi gelombang $H_s = 5.4$ ft, gerakan *surge jacket*

sangat besar dengan nilai maksimum 6.09 ft. Jadi, model *jacket case 4* dinyatakan *operable* pada rentang tinggi gelombang 1.65 ft – 2.7 ft.

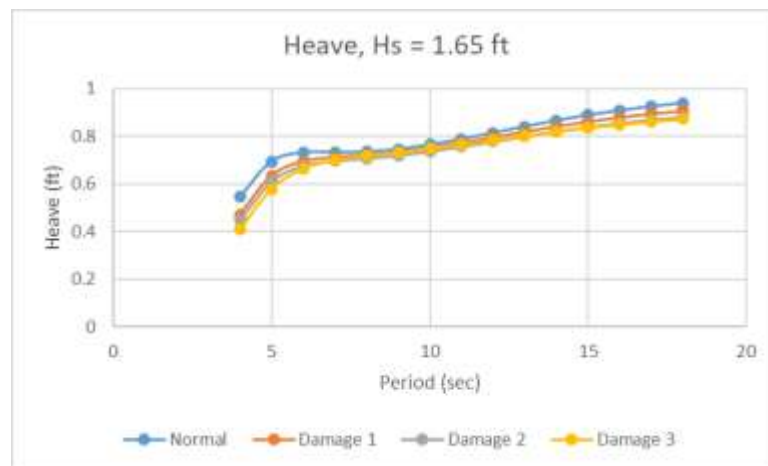
4.3.5. Case 5



Berikut merupakan skenario untuk model *jacket case 5*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank* D1 bocor. Kondisi *damage 2* apabila *tank* D1 dan D2 bocor. Kondisi *damage 3* apabila *tank* D1, D2, dan D3 bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau.

Gambar 4.50. Model *Jacket Case 5*

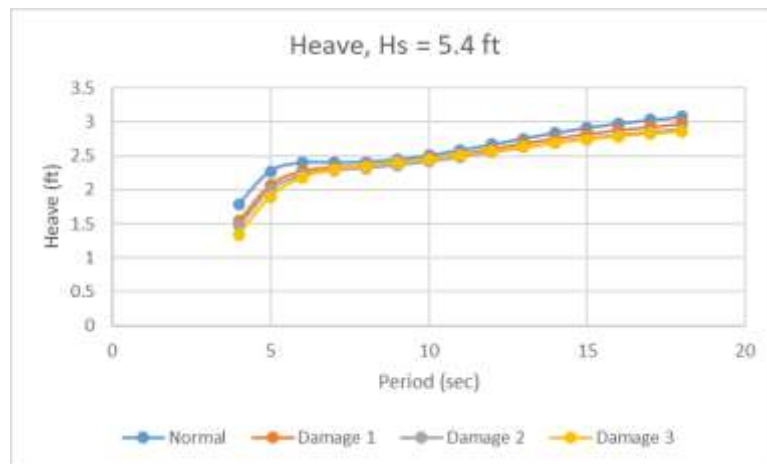
Gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*. Gerakan *heave* merupakan gerak translasi terhadap sumbu z. Grafik berikut menyajikan gerakan *heave jacket case 5*.



Gambar 4.51. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.51. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft



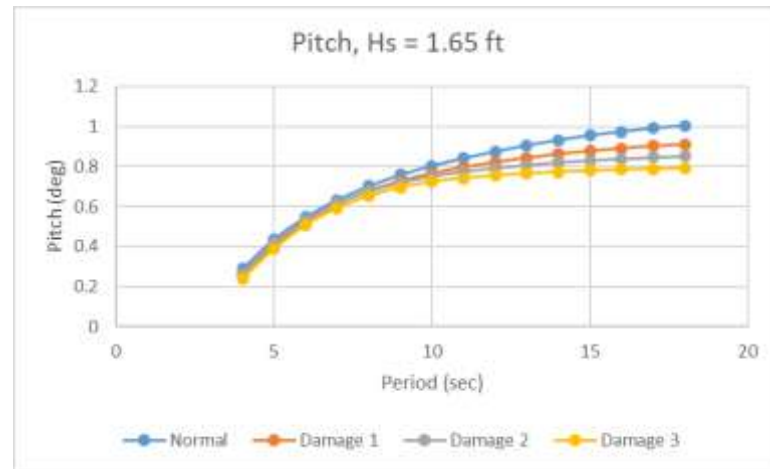
Gambar 4.53. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, semakin bertambahnya massa maka nilai gerakan *heave* semakin kecil. Nilai *heave* terbesar pada kondisi normal, kemudian diikuti kondisi damage 1, damage 2, dan damage 3.

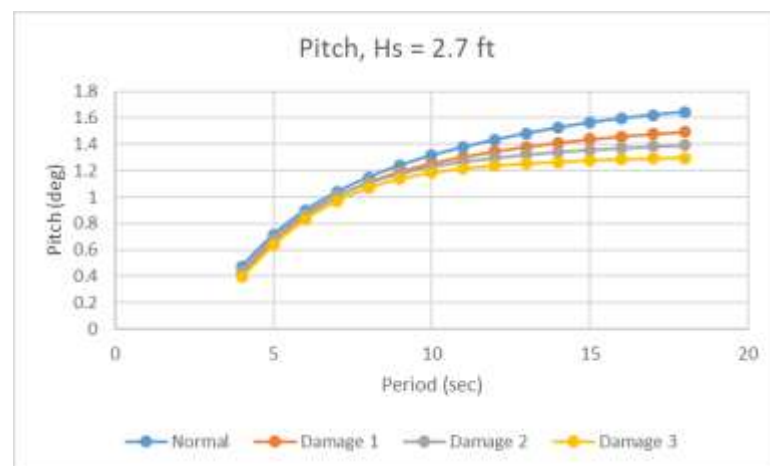
Tabel 4.17. Tabel peak heave jacket case 5

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	0.94	0.00	Normal	1.537	0.00	Normal	3.075	0.00
Damage1	0.907	-3.51	Damage1	1.484	-3.45	Damage1	2.969	-3.45
Damage2	0.883	-6.06	Damage2	1.444	-6.05	Damage2	2.888	-6.08
Damage3	0.873	-7.13	Damage3	1.428	-7.09	Damage3	2.822	-8.23

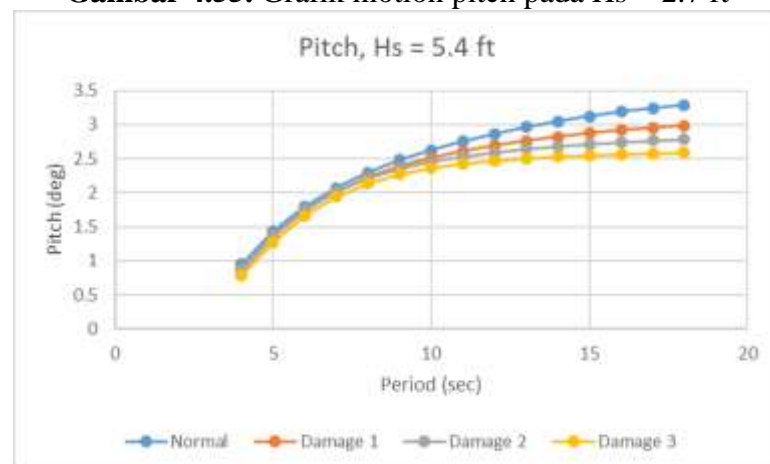
Grafik berikut menyajikan gerakan *pitch* untuk model *jacket case 5*.



Gambar 4.54. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.55. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft



Gambar 4.56. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft

Nilai gerakan *pitch* tertinggi pada saat kondisi normal, diikuti oleh kondisi damage 1, damage 2, dan damage 3. Semakin bertambahnya massa maka nilai *pitch* mengecil.

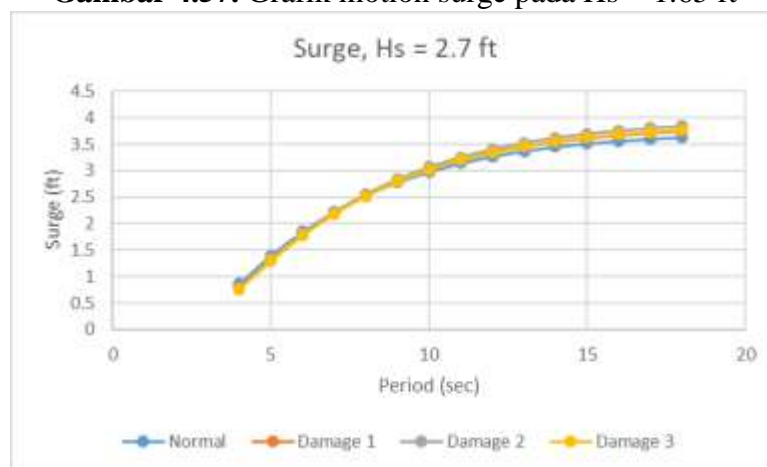
Tabel 4.18. Tabel peak pitch jacket case 5

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	1.004	0.00	Normal	1.643	0.00	Normal	3.287	0.00
Damage1	0.912	-9.16	Damage1	1.493	-9.13	Damage1	2.986	-9.16
Damage2	0.852	-15.14	Damage2	1.394	-15.16	Damage2	2.788	-15.18
Damage3	0.792	-21.12	Damage3	1.296	-21.12	Damage3	2.58	-21.51

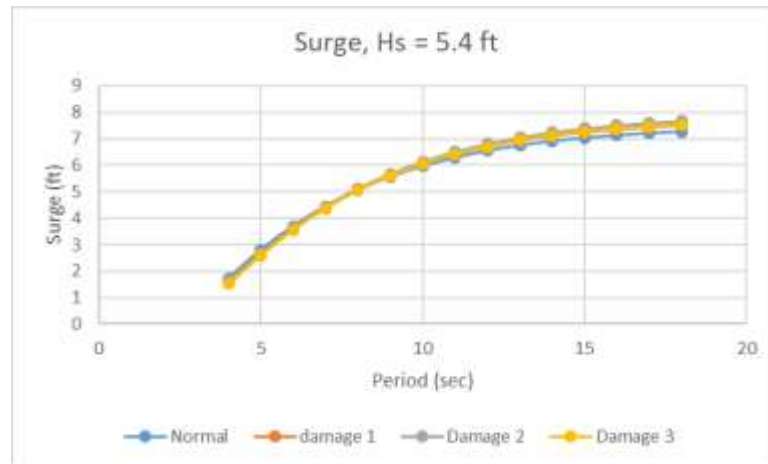
Grafik berikut menyajikan gerakan *surge* untuk model *jacket case 5*.



Gambar 4.57. Grafik motion surge pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.58. Grafik motion surge pada Hs = 2.7 ft



Gambar 4.59. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, semakin bertambahnya massa nilai gerakan *surge* semakin besar. Nilai *surge* kondisi normal lebih kecil dibandingkan pada saat kondisi *damage*.

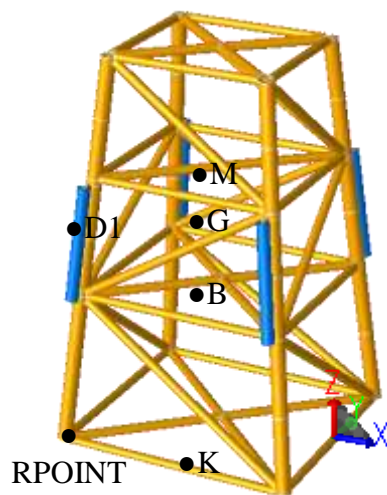
Tabel 4.19. Tabel peak surge jacket case 5

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	2.219	0.00	Normal	3.632	0.00	Normal	7.264	0.00
Damage1	2.289	3.15	Damage1	3.746	3.14	Damage1	7.492	3.14
Damage2	2.346	5.72	Damage2	3.839	5.70	Damage2	7.678	5.70
Damage3	2.3	3.65	Damage3	3.764	3.63	Damage3	7.458	2.67

Untuk kondisi gelombang dengan tinggi $H_s = 1.65$ ft dan $H_s = 2.7$ ft, respon dari bangunan tidak terlalu besar dan masih *operable*. Namun untuk kondisi tinggi gelombang $H_s = 5.4$ ft, respon bangunan terutama gerakan *surge* sangat besar relative dari model *jacket* yang lain sehingga kemungkinan *miss* bisa terjadi. Maka dari itu, untuk kondisi tinggi gelombang $H_s = 5.4$ ft tidak aman untuk melakukan operasi instalasi.

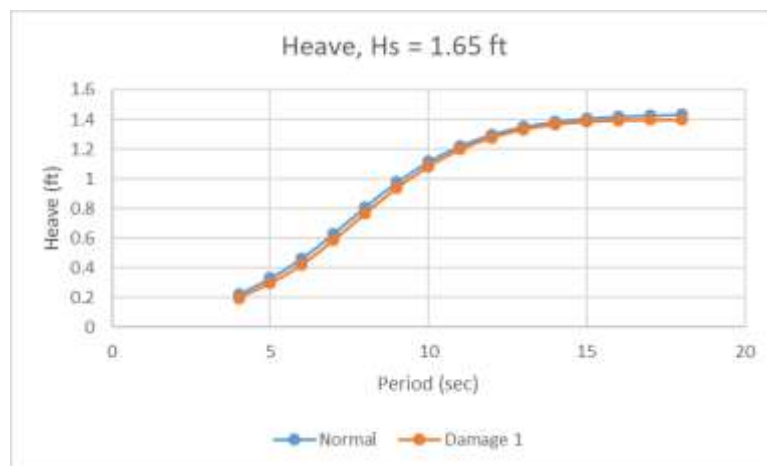
4.3.6 Case 6

Berikut merupakan skenario untuk model *jacket case 6*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank D1* bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau. Dalam skenario *case 6*, *buoyancy tank* yang dibocorkan hanya satu buah saja karena jika lebih dari satu maka *jacket* akan kehilangan gaya *buoyancy*.

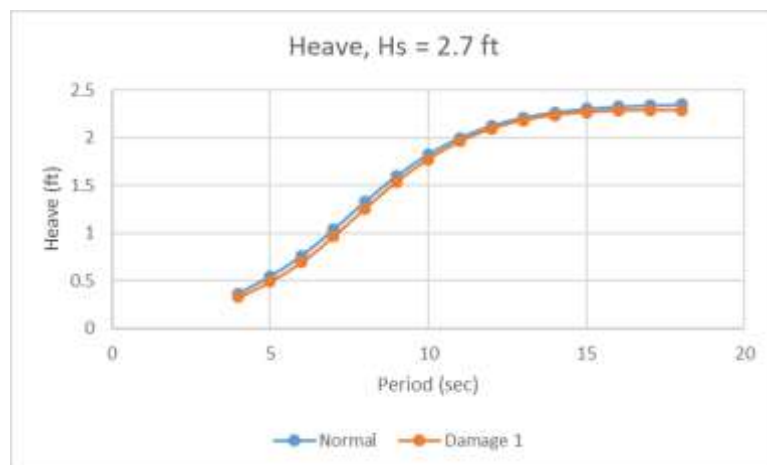


Gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*. Gerakan *heave* merupakan gerak translasi terhadap sumbu z. Grafik berikut menyajikan gerakan *heave jacket case 6*.

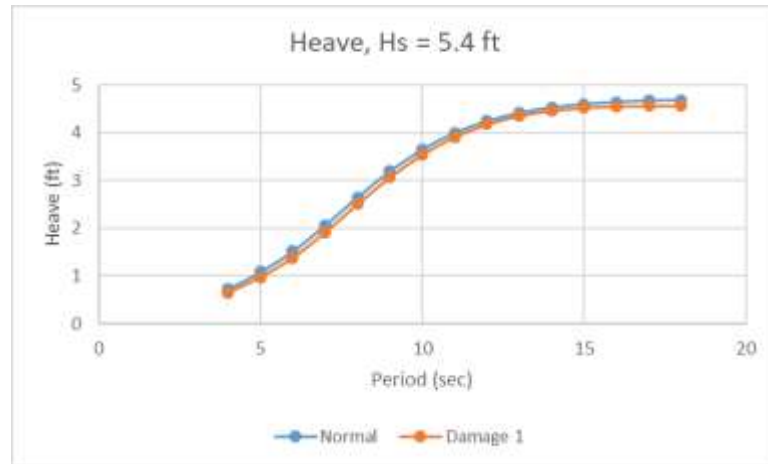
Gambar 4.60. Model *Jacket case 6*



Gambar 4.61. Grafik motion heave pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.62. Grafik motion heave pada Hs = 2.7 ft



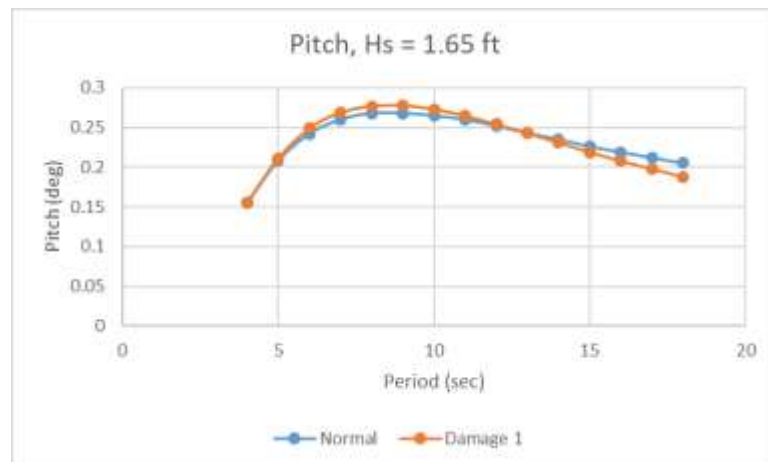
Gambar 4.63. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Jika dilihat dari grafik, semakin bertambahnya massa maka nilai gerakan *heave* akan semakin kecil. Nilai *heave* terbesar pada saat *jacket* dalam kondisi normal.

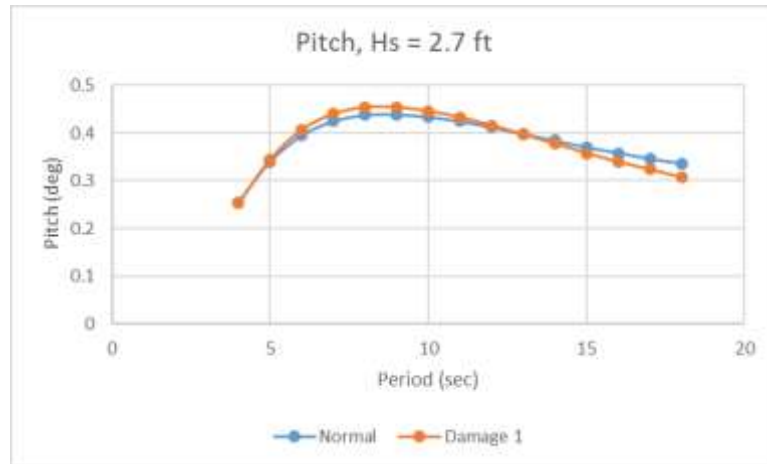
Tabel 4.20. Tabel peak heave jacket case 6

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	1.434	0.00	Normal	2.347	0.00	Normal	4.693	0.00
Damage1	1.397	-2.58	Damage1	2.285	-2.64	Damage1	4.57	-2.62

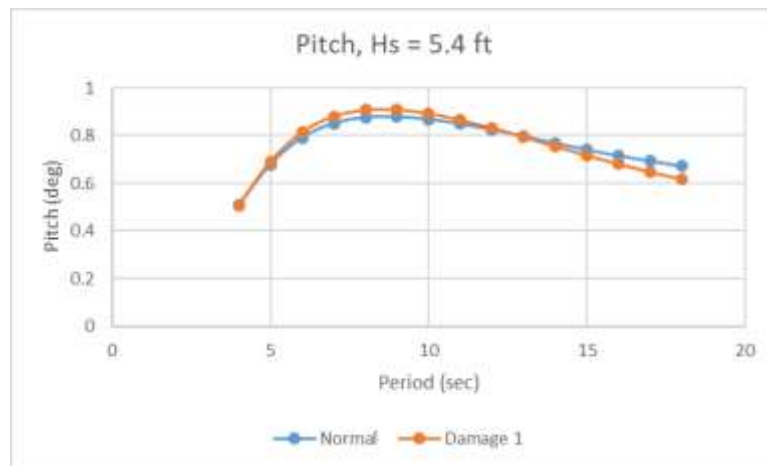
Grafik berikut menyajikan gerakan *pitch* untuk model *jacket case 6*.



Gambar 4.64. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.65. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft



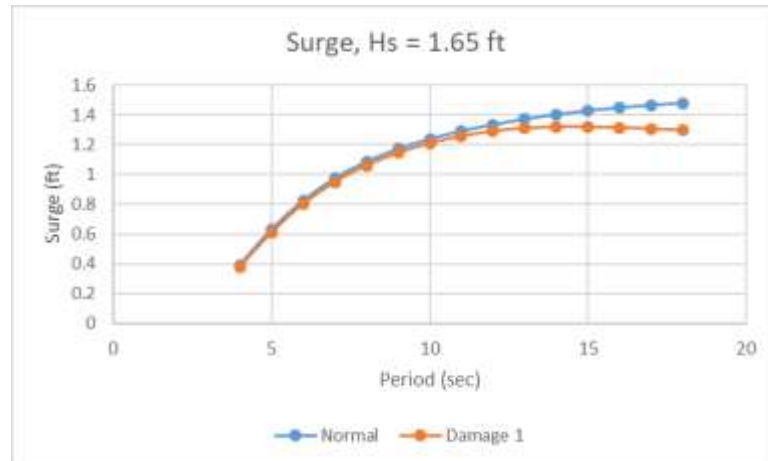
Gambar 4.66. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft

Nilai gerakan *pitch*, secara rata – rata pada kondisi *damage* lebih besar jika dibandingkan pada kondisi normal.

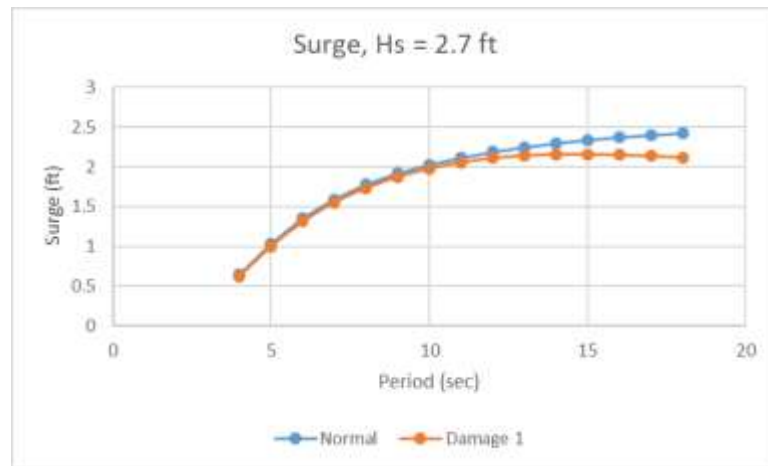
Tabel 4.21. Tabel peak pitch jacket case 6

1)	$H_s = 1.65$ ft		2)	$H_s = 2.7$ ft		3)	$H_s = 5.4$ ft	
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	0.205	0.00	Normal	0.336	0.00	Normal	0.672	0.00
Damage1	0.188	-8.29	Damage1	0.308	-8.33	Damage1	0.617	-8.18

Grafik berikut menyajikan gerakan *surge* model *jacket case 6*.



Gambar 4.67. Grafik motion surge pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.68. Grafik motion surge pada $H_s = 2.7$ ft



Gambar 4.69. Grafik motion surge pada $H_s = 5.4$ ft

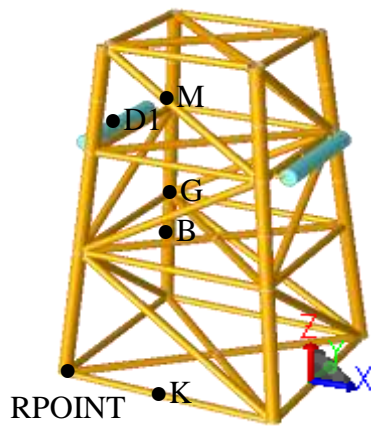
Untuk gerakan *surge* model *jacket case 6*, keadaan kondisi normal lebih tinggi daripada saat keadaan damage.

Tabel 4.22. Tabel peak surge jacket case 6

1)	Hs = 1.65 ft		2)	Hs = 2.7 ft		3)	Hs = 5.4 ft	
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	1.481	0.00	Normal	2.423	0.00	Normal	4.846	0.00
Damage1	1.296	-12.49	Damage1	2.12	-12.51	Damage1	4.24	-12.51

Model *jacket case 6* dalam keadaan kondisi lingkungan $H_s = 1.65$ ft, $H_s = 2.7$ ft, dan $H_s = 5.4$ ft memiliki gerakan yang relative lebih *smooth* dari model *jacket* yang lain. Hal ini dikarenakan dimensi *buoyancy tank* yang lebih kecil. Oleh karena itu, model *jacket case 6* aman untuk kondisi lingkungan $H_s = 1.65$ ft – 5.4 ft .

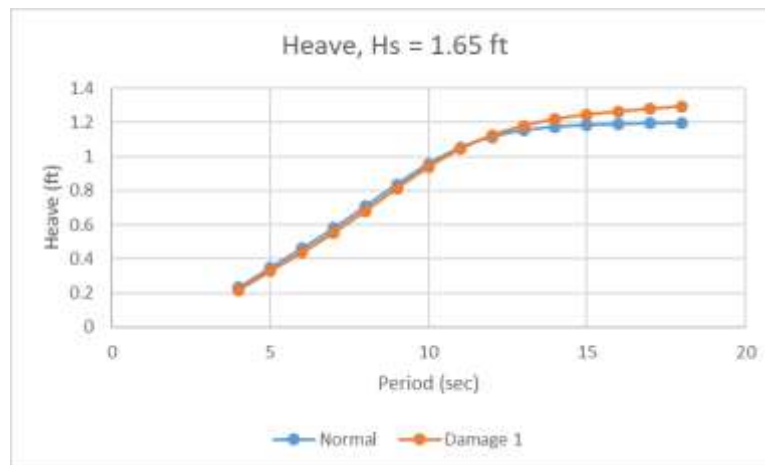
4.3.7 Case 7



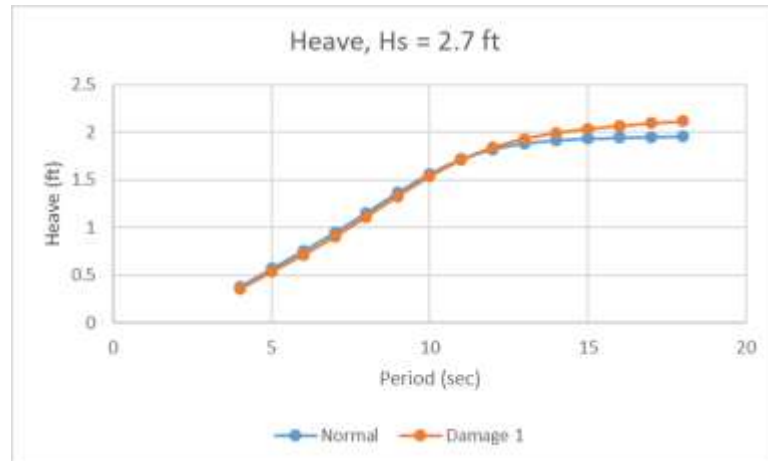
Gambar 4.70. Model Jacket case 7

Berikut merupakan skenario untuk model *jacket case 7*. Model dikatakan dalam kondisi normal apabila tidak ada *buoyancy tank* yang bocor. Kondisi *damage 1* apabila *tank D1* bocor. RPOINT merupakan titik yang ditinjau. Dalam skenario *case 7*, *buoyancy tank* yang dibocorkan hanya satu buah saja karena jika lebih dari satu maka *jacket* akan kehilangan gaya *buoyancy*.

Gerakan yang dilihat adalah gerakan *heave*, *pitch*, dan *surge*. Gerakan *heave* merupakan gerak translasi terhadap sumbu z. Grafik berikut menyajikan gerakan *heave jacket case 7*.



Gambar 4.71. Grafik motion heave pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.72. Grafik motion heave pada $H_s = 2.7$ ft



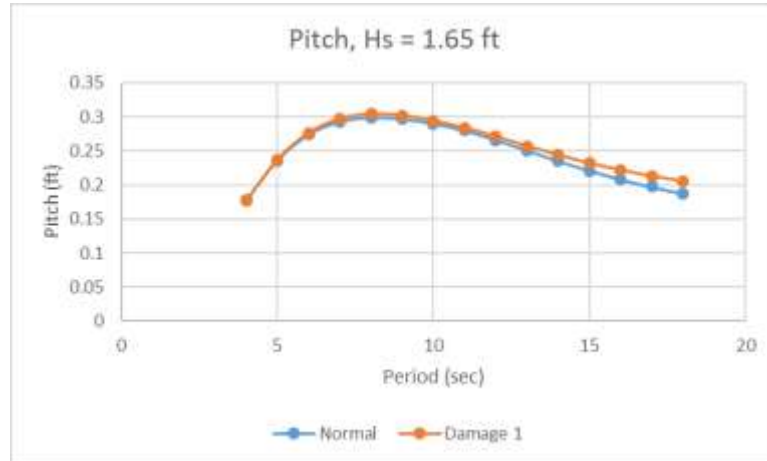
Gambar 4.73. Grafik motion heave pada $H_s = 5.4$ ft

Nilai gerakan *heave* pada saat kondisi damage lebih besar dari pada kondisi normal.

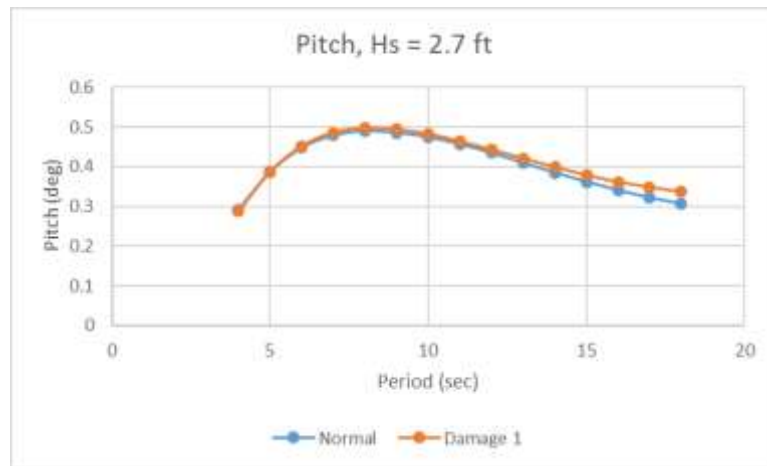
Tabel 4.23. Tabel peak heave jacket case 7

1) $H_s = 1.65$ ft			2) $H_s = 2.7$ ft			3) $H_s = 5.4$ ft		
#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)	#	Heave (ft)	Persentase (%)
Normal	1.197	0.00	Normal	1.959	0.00	Normal	3.918	0.00
Damage1	1.294	8.10	Damage1	2.117	8.07	Damage1	4.234	8.07

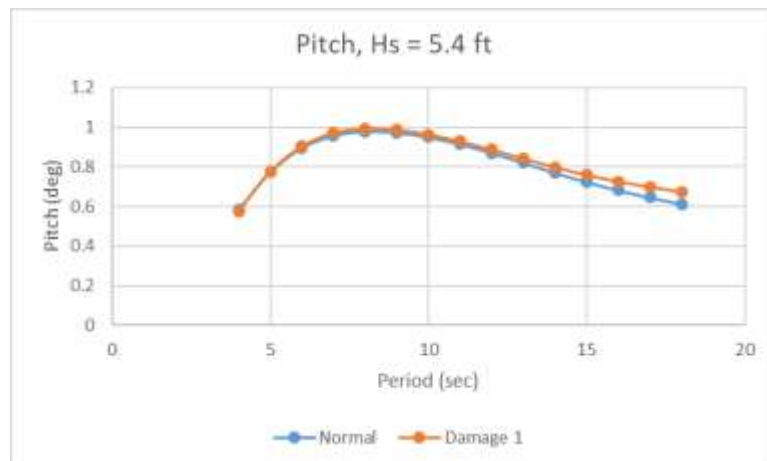
Grafik berikut menyajikan gerakan *pitch* untuk model *jacket case 7*.



Gambar 4.74. Grafik motion pitch pada $H_s = 1.65$ ft



Gambar 4.75. Grafik motion pitch pada $H_s = 2.7$ ft



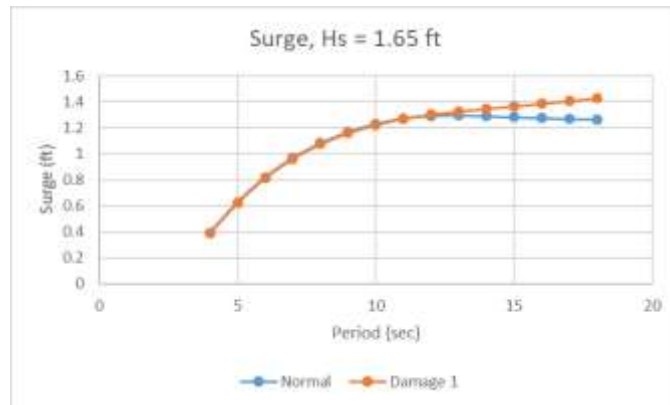
Gambar 4.76. Grafik motion pitch pada $H_s = 5.4$ ft

Nilai gerakan *pitch* pada model *jacket case 7* pada kondisi *damage* lebih besar dari pada kondisi normal.

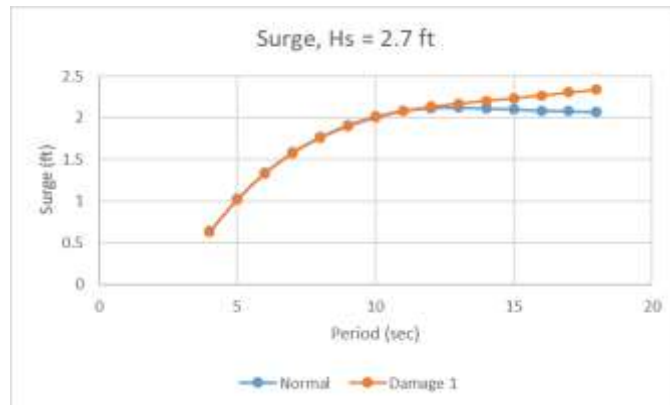
Tabel 4.24. Tabel peak pitch jacket case 7

1) Hs = 1.65 ft			2) Hs = 2.7 ft			3) Hs = 5.4 ft		
#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)	#	pitch (deg)	Persentase (%)
Normal	0.187	0.00	Normal	0.307	0.00	Normal	0.613	0.00
Damage1	0.206	10.16	Damage1	0.337	9.77	Damage1	0.674	9.95

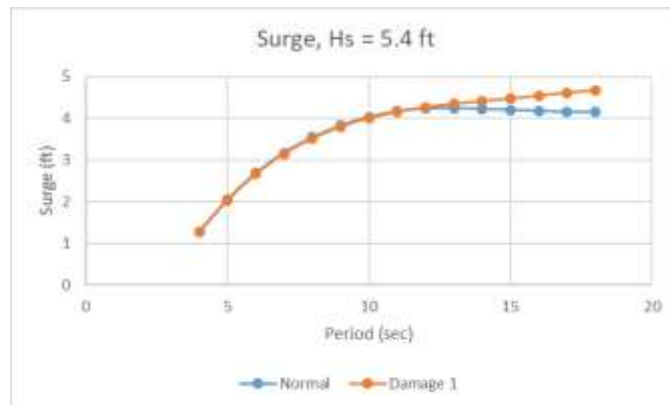
Grafik berikut menyajikan gerakan *surge* untuk model *jacket case 7*.



Gambar 4.77. Grafik motion surge pada Hs = 1.65 ft



Gambar 4.78. Grafik motion surge pada Hs = 2.7 ft



Gambar 4.79. Grafik motion surge pada Hs = 5.4 ft

Nilai gerakan *surge* untuk model *jacket case 7* pada saat kondisi damage lebih besar dari pada saat kondisi normal.

Tabel 4.25. Tabel peak surge jacket case 7

1) Hs = 1.65 ft			2) Hs = 2.7 ft			3) Hs = 5.4 ft		
#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)	#	surge (ft)	Persentase (%)
Normal	1.267	0.00	Normal	2.074	0.00	Normal	4.148	0.00
Damage1	1.429	12.79	Damage1	2.338	12.73	Damage1	4.677	12.75

Model *jacket case 7* dibandingkan dengan model *jacket* yang lain pada ketiga kondisi lingkungan memiliki gerakan yang relatif tidak terlalu kasar. Jadi, untuk kondisi lingkungan Hs = 1.65 ft – 5.4 ft, model *jacket case 7* aman untuk proses instalasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Semua model *jacket* memiliki GM lebih dari 1.65 ft sesuai syarat Noble Denton sehingga dapat dikatakan stabil pada saat mengapung.
2. Model *jacket* dengan RAO 0.5 – 0.9 ft/ft aman untuk dilakukan proses instalasi pada rentang kondisi tinggi gelombang $H_s = 1.65 \text{ ft} - 5.4 \text{ ft}$. Model *jacket* yang aman untuk kondisi lingkungan tersebut adalah model *case 1*, *case 6*, dan *case 7*. Model *jacket* dengan RAO $> 1.0 \text{ ft/ft}$ aman untuk dilakukan proses instalasi pada rentang kondisi tinggi gelombang $H_s = 1.65 \text{ ft} - 2.7 \text{ ft}$. Namun tidak aman untuk kondisi tinggi gelombang 5.4 ft karena cenderung memiliki gerakan yang relatif kasar. Model *jacket* yang masuk kategori ini adalah model *case 2*, *case 3*, *case 4*, dan *case 5*.

5.2 Saran

1. Kekuatan struktur perlu dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya.
2. Penelitian dengan menggunakan model fisik perlu dilakukan untuk mengetahui gerakan bangunan secara riil.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- API, 1993. Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing *Fixed Offshore Platforms*' Working Stress Design, API (RP2A-WSD)
- Chakrabarti, S.K. 1987. **Hydrodynamics of Offshore Structures. Computational Mechanics Publications Southampton.** Boston, USA.
- Chakrabarti, S.K. 2005. ***Handbook of Offshore Engineering***. Elsevier : Great Britain.
- Chul H.Jo, Kyung S.Kim, Jae H. Kim dan S.H. Lee. 2002. "Parametric Study On *Offshore Jacket Launching*". **Ocean Engineering**, Volume 29, Number 15, December.
- Flood, J.K. 1994. "Side Launch of the Lena Guyed Tower Jacket". **16th Annual OTC Houston, Texas.** May 7-9, 1994.
- Gerwick, B.C. 1986. **Construction of Offshore Structures.** New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Goda, Y. 1979. "A Review On Statistical Interpretation of Wave Data". **Report of The Port and Harbour Research Institute.** March 1979, 18 (1), 5-32.
- Hasselman, K., *et al.* 1976. "A Parametric Wave Prediction Model". **Journal of Physical Oceanography.** 6, 200 - 228
- He, Min et al. 2010. "Jacket Launch and Self-Upending Analyses with Small-Hole Flooding Scheme". **Proceedings of the Twentieth (2010) International Offshore and Polar Engineering Conference, Beijing, China.** June 20-25, 2010.
- NOBLE DENTON NO:0028/NDI.2005. **Guidelines For The Transportation And Installation of Steel Jackets.**
- Ochi, M. K. 1978. "Wave Statistics for The Design of Ships and Ocean Structures". **Transaction of the Society of Naval Architects and Marine Engineers.** 1978, 86, 47-76.

- Putra, A. Y. 2010. “Studi Pekaruh Variasi COG dan Sudut Trim *Barge* Saat *Jacket Launching*”. Undergraduate Theses : Teknik Kelautan, ITS
- Rawson, K.J, dan Tupper, E.C. 2001. **Basic Ship Theory 5th edition**. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Soegiono. 2004. **Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut**. Surabaya: FTK-ITS
- Ultramarine Inc. 2001. **Reference Manual for Moses**.

LAMPIRAN A

Input model Jacket moses

\$

[illegible]
$$\$@ \qquad \qquad \qquad @$$

\$@	Converted SACS Model	@
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50
51	51	51
52	52	52
53	53	53
54	54	54
55	55	55
56	56	56
57	57	57
58	58	58
59	59	59
60	60	60
61	61	61
62	62	62
63	63	63
64	64	64
65	65	65
66	66	66
67	67	67
68	68	68
69	69	69
70	70	70
71	71	71
72	72	72
73	73	73
74	74	74
75	75	75
76	76	76
77	77	77
78	78	78
79	79	79
80	80	80
81	81	81
82	82	82
83	83	83
84	84	84
85	85	85
86	86	86
87	87	87
88	88	88
89	89	89
90	90	90
91	91	91
92	92	92
93	93	93
94	94	94
95	95	95
96	96	96
97	97	97
98	98	98
99	99	99
100	100	100

$$\$@ \qquad \qquad \qquad @$$

\$@@
 @@@

\$

\$

§***** Set Dimensions

\$

&describe body jacket

&dimen -save -dimen Feet Kips

\$

***** Defaults

\$

```
&LOCAL xfac = 1 yfac = 1 zfac = 1
```

&default -save

```
&default -fyield 36 -alpha 6.5E-6 -density 490 -emodulus 2.9E4 -poi_ratio 0.3 \
```

```
-kfac 1 1 -cmfac 0.85 0.85 -flood no -use @
```

\$

***** Macros

\$

```
use_mac sac.mac
```

\$

***** doload?

\$

```
&if .not. &v_exist(doload) &then
```

```

&local doload = .true.

&endif

$
$***** flood?
$

&if .not. &v_exist(flood) &then

    &local flood = yes
&endif

$
$***** plate local axes
$

&default -dir_pla nodes

$
$***** load cat
$

&default -ext_cat load000

$
$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
$@                                     @
$@          Ignored Cards          @
$@                                     @
$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
$
$LDOPT    NF+Z64.20000490.0000 -95.000 95.000GLOBEN
$ JACKET DEFINITION
$
$***** Change Dimensions
$

&dimen -dimen feet kips

```

\$CDM

\$CDM 6.00 0.650 1.600 1.050 1.200

\$CDM 36.00 0.650 1.600 1.050 1.200

\$MGROV

\$MGROV 0.000 95.000 3.500 77.000 1.050 2.000

\$

\$@@
@@

\$@ @

\$@ Classes @

\$@ @

\$@@
@@

\$

~BR4 TUBE 27 0.5 -poi_rat 0.29464

~BT1 TUBE 60 0.5 -poi_rat 0.29464

~BTS TUBE 10 0.5 -poi_rat 0.29464

~LEG TUBE 48 1 -poi_rat 0.29464

~XBR TUBE 30 1 -poi_rat 0.29464

\$

\$@@
@@

\$@ @

\$@ Nodes @

\$@ @

\$@@
@@

\$

J0000 -31.901%xfac 0.000*%yfac 104.000*%zfac

J0001 -31.900%xfac 0.000*%yfac 72.300*%zfac

J0002 -31.900%xfac 0.000*%yfac 40.670*%zfac

J0003 -31.900%xfac 0.000*%yfac -0.000*%zfac

J0004	-2.034% xfac	-26.866*% yfac	20.335*% zfac
J0005	-54.986% xfac	-20.085*% yfac	88.150*% zfac
J0006	-2.034% xfac	31.866*% yfac	20.335*% zfac
J0007	-2.034% xfac	-31.866*% yfac	20.335*% zfac
J0008	-54.986% xfac	20.085*% yfac	88.150*% zfac
J0009	-61.767% xfac	-31.866*% yfac	20.335*% zfac
J0010	-3.534% xfac	30.366*% yfac	35.335*% zfac
J0011	-5.649% xfac	-23.251*% yfac	56.485*% zfac
J0012	-8.816% xfac	-20.085*% yfac	88.150*% zfac
J0013	-8.816% xfac	20.085*% yfac	88.150*% zfac
J0014	-5.649% xfac	23.251*% yfac	56.485*% zfac
J0015	-2.034% xfac	26.866*% yfac	20.335*% zfac
J0016	-61.767% xfac	-26.866*% yfac	20.335*% zfac
J0017	-63.267% xfac	-33.366*% yfac	5.335*% zfac
J0018	-60.267% xfac	-30.366*% yfac	35.335*% zfac
J0019	-0.534% xfac	33.366*% yfac	5.335*% zfac
J0020	-0.534% xfac	-33.366*% yfac	5.335*% zfac
J0021	-3.534% xfac	-30.366*% yfac	35.335*% zfac
J0022	-3.504% xfac	25.396*% yfac	35.041*% zfac
J0023	-0.504% xfac	28.396*% yfac	5.041*% zfac
J0024	-0.504% xfac	-28.396*% yfac	5.041*% zfac
J0025	-3.504% xfac	-25.396*% yfac	35.041*% zfac
J0026	-60.316% xfac	-25.416*% yfac	34.845*% zfac
J0027	-63.315% xfac	-28.416*% yfac	4.845*% zfac
J0028	-61.767% xfac	26.866*% yfac	20.335*% zfac
J0029	-61.767% xfac	31.866*% yfac	20.335*% zfac
J0030	-60.267% xfac	30.366*% yfac	35.335*% zfac
J0031	-63.267% xfac	33.366*% yfac	5.335*% zfac
J0032	-60.316% xfac	25.416*% yfac	34.845*% zfac
J0033	-63.315% xfac	28.416*% yfac	4.845*% zfac

J101L	-63.800%xfac	-28.900*%yfac	-0.000*%zfac
J102L	0.000%xfac	-28.900*%yfac	0.000*%zfac
J103L	-63.800%xfac	28.900*%yfac	-0.000*%zfac
J104L	0.000%xfac	28.900*%yfac	0.000*%zfac
J201L	-59.733%xfac	-24.833*%yfac	40.670*%zfac
J202L	-4.067%xfac	-24.833*%yfac	40.670*%zfac
J203L	-59.733%xfac	24.833*%yfac	40.670*%zfac
J204L	-4.067%xfac	24.833*%yfac	40.670*%zfac
J301L	-56.571%xfac	-21.670*%yfac	72.300*%zfac
J302L	-7.231%xfac	-21.670*%yfac	72.300*%zfac
J303L	-56.571%xfac	21.670*%yfac	72.300*%zfac
J304L	-7.231%xfac	21.670*%yfac	72.300*%zfac
J401L	-53.401%xfac	-18.500*%yfac	104.000*%zfac
J402L	-10.401%xfac	-18.500*%yfac	104.000*%zfac
J403L	-53.401%xfac	18.500*%yfac	104.000*%zfac
J404L	-10.401%xfac	18.500*%yfac	104.000*%zfac

\$

\$@@
 @@

\$@ @

\$@ Elements @

\$@ @

\$@@
 @@

\$

BEAM J0000089 ~XBR -GO1 18.372 15.809 *J401L *J0000

BEAM J0000091 ~XBR -GO1 -18.37 15.809 -GO2 11.499 -9.894 *J402L *J0000

BEAM J0000092 ~XBR -GO1 18.372 -15.81 -GO2 -11.5 9.894 *J403L *J0000

BEAM J0000066 ~XBR -GO2 -18.37 -15.81 *J0000 *J404L

BEAM J0000082 ~XBR -GO1 18.21 15.996 *J301L *J0001

BEAM J0000083 ~XBR -GO1 -18.21 15.996 -GO2 11.365 -9.983 *J302L *J0001

BEAM J0000085 ~XBR -GO1 18.21 -16 -GO2 -11.36 9.983 *J303L *J0001
BEAM J0000067 ~XBR -GO2 -18.21 -16 *J0001 *J304L
BEAM J0000075 ~XBR -GO1 18.086 16.136 *J201L *J0002
BEAM J0000078 ~XBR -GO1 -18.09 16.136 -GO2 11.266 -10.05 *J202L *J0002
BEAM J0000080 ~XBR -GO1 18.086 -16.14 -GO2 -11.27 10.051 *J203L *J0002
BEAM J0000068 ~XBR -GO2 -18.09 -16.14 *J0002 *J204L
BEAM J0000069 ~XBR -GO2 17.963 16.274 *J0003 *J101L
BEAM J0000070 ~XBR -GO1 11.171 -10.12 -GO2 -17.96 16.274 *J0003 *J102L
BEAM J0000071 ~XBR -GO1 17.963 -16.27 -GO2 -11.17 10.12 *J103L *J0003
BEAM J0000073 ~XBR -GO1 -17.96 -16.27 *J104L *J0003
BEAM J0000024 ~BTS *J0004 *J0007
BEAM J0000036 ~LEG *J0004 *J0024
BEAM J0000048 ~LEG *J0025 *J0004
BEAM J0000037 ~LEG *J0005 *J301L
BEAM J0000063 ~LEG *J401L *J0005
BEAM J0000019 ~BT1 *J0010 *J0006
BEAM J0000026 ~BTS *J0015 *J0006
BEAM J0000016 ~BT1 *J0006 *J0019
BEAM J0000017 ~BT1 *J0007 *J0020
BEAM J0000021 ~BT1 *J0021 *J0007
BEAM J0000061 ~LEG *J303L *J0008
BEAM J0000038 ~LEG *J0008 *J403L
BEAM J0000025 ~BTS *J0009 *J0016
BEAM J0000018 ~BT1 *J0009 *J0017
BEAM J0000020 ~BT1 *J0018 *J0009
BEAM J0000029 ~BTS *J0022 *J0010
BEAM J0000039 ~LEG *J0011 *J202L
BEAM J0000060 ~LEG *J302L *J0011
BEAM J0000040 ~LEG *J0012 *J302L
BEAM J0000064 ~LEG *J402L *J0012

BEAM J0000041 ~LEG *J0013 *J304L
BEAM J0000065 ~LEG *J404L *J0013
BEAM J0000042 ~LEG *J0014 *J204L
BEAM J0000062 ~LEG *J304L *J0014
BEAM J0000045 ~LEG *J0022 *J0015
BEAM J0000043 ~LEG *J0015 *J0023
BEAM J0000044 ~LEG *J0016 *J0026
BEAM J0000050 ~LEG *J0027 *J0016
BEAM J0000027 ~BTS *J0017 *J0027
BEAM J0000028 ~BTS *J0018 *J0026
BEAM J0000030 ~BTS *J0023 *J0019
BEAM J0000031 ~BTS *J0024 *J0020
BEAM J0000032 ~BTS *J0025 *J0021
BEAM J0000059 ~LEG *J204L *J0022
BEAM J0000046 ~LEG *J0023 *J104L
BEAM J0000047 ~LEG *J0024 *J102L
BEAM J0000057 ~LEG *J202L *J0025
BEAM J0000049 ~LEG *J0026 *J201L
BEAM J0000054 ~LEG *J101L *J0027
BEAM J0000033 ~BTS *J0029 *J0028
BEAM J0000051 ~LEG *J0028 *J0032
BEAM J0000053 ~LEG *J0033 *J0028
BEAM J0000023 ~BT1 *J0030 *J0029
BEAM J0000022 ~BT1 *J0029 *J0031
BEAM J0000034 ~BTS *J0030 *J0032
BEAM J0000035 ~BTS *J0031 *J0033
BEAM J0000052 ~LEG *J0032 *J203L
BEAM J0000055 ~LEG *J103L *J0033
BEAM J0000000 ~BR4 -GO1 24.119 -GO2 -24.12 *J101L *J102L
BEAM J0000002 ~BR4 -GO1 0 -24.12 -GO2 0 24.119 *J103L *J101L

BEAM J0000001 ~BR4 -GO1 0 24.119 -GO2 0 -24.12 *J102L *J104L
BEAM J0000076 ~XBR -GO1 22.581 -1.537 -15.37 -GO2 -25.88 1.762 17.621 *J201L *J102L
BEAM J0000003 ~BR4 -GO1 -24.12 -GO2 24.119 *J104L *J103L
BEAM J0000072 ~XBR -GO1 1.975 -26.09 19.75 -GO2 -1.697 22.421 -16.97 *J103L *J201L
BEAM J0000074 ~XBR -GO1 -1.975 -26.09 19.75 -GO2 1.697 22.421 -16.97 *J104L *J202L
BEAM J0000081 ~XBR -GO1 22.581 1.537 -15.37 -GO2 -25.88 -1.762 17.621 *J203L *J104L
BEAM J0000004 ~BR4 -GO1 24.119 -GO2 -24.12 *J201L *J202L
BEAM J0000006 ~BR4 -GO1 0 -24.12 -GO2 0 24.119 *J203L *J201L
BEAM J0000056 ~LEG *J201L *J301L
BEAM J0000084 ~XBR -GO1 -22.75 -1.37 -13.7 -GO2 25.665 1.546 15.462 *J302L *J201L
BEAM J0000077 ~XBR -GO1 1.76 25.879 17.602 -GO2 -1.536 -22.58 -15.36 *J201L *J303L
BEAM J0000005 ~BR4 -GO1 0 24.119 -GO2 0 -24.12 *J202L *J204L
BEAM J0000079 ~XBR -GO1 -1.76 25.879 17.602 -GO2 1.536 -22.58 -15.36 *J202L *J304L
BEAM J0000007 ~BR4 -GO1 -24.12 -GO2 24.119 *J204L *J203L
BEAM J0000058 ~LEG *J203L *J303L
BEAM J0000087 ~XBR -GO1 -22.75 1.37 -13.7 -GO2 25.665 -1.546 15.462 *J304L *J203L
BEAM J0000008 ~BR4 -GO1 24.119 -GO2 -24.12 *J301L *J302L
BEAM J0000010 ~BR4 -GO1 0 -24.12 -GO2 0 24.119 *J303L *J301L
BEAM J0000009 ~BR4 -GO1 0 24.119 -GO2 0 -24.12 *J302L *J304L
BEAM J0000090 ~XBR -GO1 22.569 -1.55 -15.5 -GO2 -25.9 1.778 17.78 *J401L *J302L
BEAM J0000011 ~BR4 -GO1 -24.12 -GO2 24.119 *J304L *J303L
BEAM J0000086 ~XBR -GO1 2.066 -26.18 20.664 -GO2 -1.764 22.354 -17.64 *J303L *J401L
BEAM J0000088 ~XBR -GO1 -2.067 -26.18 20.664 -GO2 1.764 22.354 -17.64 *J304L *J402L
BEAM J0000093 ~XBR -GO1 22.569 1.55 -15.5 -GO2 -25.9 -1.778 17.78 *J403L *J304L
BEAM J0000012 ~BR4 -GO1 24.119 -GO2 -24.12 *J401L *J402L
BEAM J0000014 ~BR4 -GO1 0 -24.12 -GO2 0 24.119 *J403L *J401L
BEAM J0000013 ~BR4 -GO1 0 24.119 -GO2 0 -24.12 *J402L *J404L
BEAM J0000015 ~BR4 -GO1 -24.12 -GO2 24.119 *J404L *J403L
\$
\$@@@
@@@


```

$@                                     @

$@                                     @
Loads Factors

$@                                     @

$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

$

&local wt_air = .true.

&local smargin = 1.

&local use_comments = .true.

&local load000 = &number(real 1.00/%smargin)

&local load001 = &number(real 1.00/%smargin)

$

$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

$@                                     @

$@                                     @
Loads

$@                                     @

$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

$

&if %doload &then

&default -ext_cat load001

&endif

$

$

$&insert buoy.dat

$

$

$*****Buoyancy Tank

$

$

&describe compartment BT1

```

tubtank 57 *J0017 *J0018

\$

&describe compartment BT2

tubtank 57 *J0020 *J0021

\$

&describe compartment BT3

tubtank 57 *J0019 *J0010

\$

&describe compartment BT4

tubtank 57 *J0031 *J0030

\$

\$*****

LEG

&describe compartment LEG1

tubtank 46 *J101L *J401L

\$

&describe compartment LEG2

tubtank 46 *J102L *J402L

\$

&describe compartment LEG3

tubtank 46 *J103L *J403L

\$

&describe compartment LEG4

tubtank 46 *J104L *J404L

\$

\$*****

Finish Up

\$

&dimen -remember

&default -remember

CASE 1**Damage 0**1) $H_s = 1.65$ ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.087	0.005	0.067	0.008	0.064	0.008
5	0.216	0.005	0.13	0.011	0.071	0.009
6	0.372	0.007	0.216	0.018	0.096	0.009
7	0.528	0.012	0.309	0.025	0.128	0.009
8	0.671	0.018	0.403	0.034	0.156	0.009
9	0.796	0.024	0.493	0.043	0.179	0.009
10	0.902	0.031	0.58	0.051	0.195	0.009
11	0.991	0.038	0.661	0.06	0.207	0.009
12	1.065	0.044	0.735	0.068	0.213	0.009
13	1.126	0.05	0.801	0.076	0.216	0.009
14	1.177	0.055	0.857	0.084	0.217	0.009
15	1.22	0.06	0.903	0.091	0.215	0.009
16	1.257	0.064	0.941	0.097	0.211	0.009
17	1.287	0.068	0.971	0.103	0.207	0.008
18	1.313	0.071	0.995	0.108	0.202	0.008

Damage 11) $H_s = 1.65$ ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.083	0.006	0.063	0.009	0.063	0.01
5	0.206	0.007	0.121	0.014	0.069	0.013
6	0.356	0.012	0.202	0.023	0.092	0.015
7	0.507	0.019	0.29	0.033	0.122	0.016
8	0.647	0.027	0.379	0.044	0.15	0.016
9	0.769	0.035	0.466	0.054	0.173	0.016
10	0.875	0.044	0.55	0.064	0.19	0.016
11	0.963	0.052	0.63	0.074	0.202	0.016
12	1.037	0.06	0.705	0.084	0.209	0.016
13	1.099	0.068	0.773	0.092	0.213	0.016
14	1.151	0.075	0.832	0.1	0.214	0.015
15	1.194	0.081	0.881	0.107	0.213	0.015
16	1.231	0.087	0.922	0.114	0.21	0.015
17	1.262	0.092	0.955	0.12	0.206	0.015
18	1.289	0.096	0.981	0.125	0.201	0.015

Damage 2

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.079	0.007	0.062	0.01	0.062	0.011
5	0.197	0.011	0.117	0.018	0.066	0.017
6	0.342	0.019	0.194	0.029	0.086	0.023
7	0.488	0.028	0.279	0.042	0.114	0.028
8	0.624	0.038	0.363	0.054	0.141	0.032
9	0.744	0.048	0.445	0.066	0.162	0.034
10	0.848	0.057	0.526	0.078	0.179	0.036
11	0.936	0.067	0.606	0.089	0.191	0.036
12	1.01	0.075	0.682	0.1	0.199	0.037
13	1.071	0.084	0.751	0.109	0.203	0.037
14	1.122	0.091	0.812	0.118	0.204	0.037
15	1.162	0.097	0.863	0.125	0.204	0.037
16	1.192	0.103	0.902	0.132	0.201	0.037
17	1.213	0.107	0.931	0.137	0.198	0.037
18	1.225	0.111	0.95	0.141	0.194	0.037

Damage 3

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.078	0.005	0.062	0.009	0.062	0.009
5	0.194	0.007	0.116	0.014	0.063	0.012
6	0.337	0.011	0.192	0.023	0.081	0.014
7	0.483	0.018	0.275	0.033	0.107	0.015
8	0.619	0.026	0.358	0.043	0.132	0.015
9	0.739	0.035	0.44	0.053	0.153	0.015
10	0.843	0.044	0.52	0.064	0.169	0.016
11	0.931	0.053	0.599	0.074	0.18	0.016
12	1.006	0.062	0.677	0.084	0.188	0.016
13	1.068	0.071	0.749	0.094	0.192	0.017
14	1.118	0.08	0.814	0.103	0.194	0.018
15	1.157	0.087	0.868	0.111	0.194	0.019
16	1.184	0.094	0.91	0.117	0.192	0.021
17	1.201	0.099	0.939	0.123	0.189	0.022
18	1.208	0.104	0.958	0.127	0.185	0.023

Damage 0

2) Hs= 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.142	0.009	0.109	0.013	0.105	0.014
5	0.353	0.009	0.212	0.018	0.117	0.015
6	0.608	0.012	0.353	0.029	0.158	0.015
7	0.864	0.019	0.506	0.042	0.209	0.015
8	1.098	0.029	0.659	0.055	0.255	0.015
9	1.302	0.04	0.807	0.07	0.292	0.015
10	1.476	0.051	0.948	0.084	0.32	0.015
11	1.621	0.062	1.082	0.098	0.338	0.015
12	1.743	0.072	1.203	0.112	0.349	0.015
13	1.843	0.082	1.311	0.125	0.354	0.015
14	1.927	0.091	1.402	0.137	0.354	0.015
15	1.997	0.098	1.478	0.148	0.351	0.015
16	2.057	0.105	1.54	0.159	0.345	0.014
17	2.107	0.111	1.59	0.169	0.338	0.014
18	2.149	0.116	1.629	0.177	0.33	0.013

Damage 1

2) Hs= 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.135	0.009	0.102	0.015	0.103	0.016
5	0.337	0.012	0.198	0.023	0.112	0.021
6	0.582	0.019	0.331	0.038	0.15	0.024
7	0.83	0.03	0.475	0.054	0.199	0.026
8	1.058	0.043	0.62	0.071	0.245	0.026
9	1.259	0.057	0.762	0.088	0.282	0.027
10	1.431	0.071	0.9	0.105	0.31	0.026
11	1.576	0.085	1.031	0.121	0.33	0.026
12	1.697	0.098	1.154	0.137	0.342	0.026
13	1.798	0.111	1.265	0.151	0.349	0.026
14	1.883	0.123	1.361	0.164	0.35	0.025
15	1.954	0.133	1.442	0.176	0.348	0.025
16	2.014	0.143	1.508	0.186	0.343	0.025
17	2.066	0.151	1.562	0.196	0.337	0.025
18	2.109	0.158	1.605	0.204	0.329	0.025

Damage 2

2) Hs= 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.13	0.011	0.101	0.016	0.102	0.018
5	0.323	0.018	0.192	0.029	0.108	0.029
6	0.559	0.031	0.318	0.048	0.141	0.038
7	0.799	0.046	0.456	0.068	0.187	0.046
8	1.021	0.062	0.594	0.089	0.23	0.052
9	1.218	0.078	0.729	0.108	0.266	0.056
10	1.387	0.094	0.861	0.128	0.293	0.058
11	1.531	0.109	0.991	0.146	0.312	0.06
12	1.652	0.123	1.115	0.163	0.325	0.06
13	1.753	0.137	1.229	0.179	0.332	0.061
14	1.836	0.149	1.329	0.193	0.334	0.061
15	1.901	0.159	1.412	0.205	0.333	0.061
16	1.951	0.168	1.476	0.215	0.329	0.061
17	1.984	0.176	1.523	0.224	0.324	0.061
18	2.005	0.182	1.555	0.23	0.318	0.061

Damage 3

2) Hs= 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.128	0.009	0.101	0.014	0.101	0.014
5	0.318	0.011	0.19	0.023	0.104	0.019
6	0.552	0.019	0.315	0.037	0.133	0.022
7	0.791	0.03	0.45	0.053	0.175	0.024
8	1.013	0.043	0.586	0.07	0.216	0.025
9	1.21	0.057	0.72	0.087	0.25	0.025
10	1.38	0.072	0.851	0.104	0.276	0.026
11	1.524	0.087	0.981	0.121	0.295	0.026
12	1.646	0.102	1.107	0.138	0.307	0.027
13	1.747	0.116	1.226	0.153	0.315	0.028
14	1.83	0.13	1.332	0.168	0.318	0.03
15	1.893	0.143	1.421	0.181	0.317	0.032
16	1.938	0.154	1.489	0.192	0.314	0.034
17	1.965	0.162	1.537	0.201	0.309	0.036
18	1.976	0.169	1.567	0.208	0.303	0.038

Damage 0

3) Hs= 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.285	0.018	0.219	0.027	0.209	0.028
5	0.706	0.017	0.425	0.036	0.233	0.03
6	1.217	0.023	0.707	0.058	0.316	0.03
7	1.729	0.039	1.013	0.083	0.417	0.03
8	2.196	0.058	1.318	0.111	0.51	0.029
9	2.605	0.08	1.614	0.139	0.584	0.029
10	2.952	0.102	1.897	0.168	0.639	0.029
11	3.243	0.124	2.163	0.197	0.676	0.03
12	3.485	0.145	2.407	0.224	0.698	0.03
13	3.686	0.164	2.621	0.25	0.708	0.03
14	3.853	0.181	2.805	0.274	0.709	0.03
15	3.994	0.197	2.957	0.297	0.702	0.03
16	4.113	0.21	3.081	0.318	0.691	0.029
17	4.213	0.222	3.179	0.337	0.676	0.028
18	4.297	0.232	3.257	0.354	0.66	0.027

Damage 1

3) Hs= 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.271	0.018	0.205	0.029	0.206	0.031
5	0.674	0.023	0.397	0.047	0.224	0.041
6	1.164	0.038	0.662	0.076	0.3	0.048
7	1.66	0.061	0.951	0.109	0.398	0.051
8	2.117	0.087	1.241	0.143	0.49	0.053
9	2.518	0.115	1.525	0.177	0.565	0.053
10	2.862	0.142	1.8	0.21	0.621	0.053
11	3.152	0.17	2.063	0.243	0.66	0.052
12	3.395	0.197	2.309	0.273	0.685	0.052
13	3.597	0.222	2.529	0.302	0.697	0.051
14	3.765	0.245	2.721	0.328	0.7	0.05
15	3.908	0.266	2.883	0.352	0.696	0.05
16	4.029	0.285	3.016	0.373	0.686	0.05
17	4.132	0.302	3.124	0.392	0.673	0.049
18	4.218	0.316	3.209	0.408	0.659	0.049

Damage 2

3) Hs= 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.259	0.022	0.202	0.032	0.204	0.036
5	0.645	0.036	0.383	0.058	0.216	0.057
6	1.118	0.061	0.636	0.096	0.283	0.077
7	1.598	0.092	0.912	0.137	0.374	0.092
8	2.043	0.124	1.188	0.177	0.46	0.104
9	2.435	0.156	1.458	0.217	0.531	0.112
10	2.774	0.187	1.723	0.255	0.586	0.117
11	3.062	0.218	1.983	0.292	0.624	0.119
12	3.305	0.247	2.231	0.326	0.65	0.121
13	3.506	0.273	2.459	0.357	0.664	0.121
14	3.672	0.298	2.658	0.386	0.669	0.122
15	3.803	0.319	2.824	0.41	0.666	0.122
16	3.901	0.337	2.953	0.43	0.659	0.122
17	3.968	0.352	3.046	0.447	0.648	0.122
18	4.01	0.364	3.11	0.46	0.635	0.122

Damage 3

3) Hs= 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.256	0.018	0.202	0.029	0.202	0.029
5	0.637	0.023	0.38	0.045	0.207	0.038
6	1.104	0.037	0.63	0.074	0.266	0.044
7	1.581	0.06	0.9	0.107	0.35	0.048
8	2.026	0.086	1.172	0.141	0.431	0.05
9	2.42	0.115	1.439	0.175	0.499	0.051
10	2.759	0.144	1.702	0.209	0.552	0.051
11	3.048	0.173	1.961	0.243	0.589	0.052
12	3.292	0.203	2.215	0.276	0.614	0.054
13	3.494	0.232	2.453	0.307	0.629	0.056
14	3.659	0.26	2.665	0.336	0.635	0.059
15	3.786	0.285	2.841	0.362	0.635	0.064
16	3.876	0.307	2.977	0.384	0.628	0.068
17	3.93	0.325	3.073	0.402	0.619	0.072
18	3.953	0.339	3.134	0.417	0.607	0.075

CASE 2**Damage 0**

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.381	0.028	0.37	0.012	0.113	0.023
5	0.643	0.032	0.6	0.017	0.196	0.029
6	0.874	0.03	0.73	0.022	0.267	0.03
7	1.053	0.027	0.775	0.025	0.314	0.03
8	1.19	0.027	0.786	0.027	0.343	0.028
9	1.297	0.03	0.787	0.029	0.359	0.026
10	1.382	0.034	0.786	0.031	0.366	0.025
11	1.449	0.039	0.788	0.033	0.368	0.023
12	1.503	0.044	0.791	0.035	0.366	0.022
13	1.547	0.048	0.796	0.037	0.362	0.021
14	1.582	0.052	0.801	0.039	0.357	0.019
15	1.609	0.055	0.807	0.04	0.352	0.018
16	1.63	0.057	0.812	0.041	0.347	0.018
17	1.647	0.059	0.816	0.042	0.342	0.017
18	1.66	0.061	0.82	0.043	0.338	0.016

Damage 1

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.364	0.024	0.336	0.013	0.114	0.016
5	0.613	0.029	0.573	0.012	0.189	0.021
6	0.839	0.028	0.72	0.011	0.255	0.024
7	1.018	0.027	0.777	0.01	0.302	0.025
8	1.159	0.027	0.791	0.01	0.331	0.026
9	1.27	0.029	0.792	0.012	0.348	0.027
10	1.358	0.032	0.791	0.014	0.356	0.027
11	1.43	0.035	0.791	0.017	0.358	0.026
12	1.489	0.038	0.793	0.019	0.357	0.025
13	1.536	0.041	0.796	0.022	0.353	0.025
14	1.574	0.043	0.8	0.025	0.348	0.024
15	1.604	0.045	0.805	0.027	0.342	0.023
16	1.628	0.046	0.809	0.028	0.337	0.023
17	1.646	0.048	0.813	0.03	0.332	0.023
18	1.661	0.049	0.817	0.031	0.328	0.022

Damage 2

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.347	0.028	0.31	0.023	0.107	0.017
5	0.591	0.04	0.546	0.029	0.182	0.025
6	0.819	0.045	0.705	0.031	0.253	0.032
7	1.003	0.046	0.772	0.029	0.303	0.036
8	1.148	0.046	0.793	0.026	0.335	0.038
9	1.264	0.046	0.797	0.023	0.353	0.039
10	1.358	0.046	0.796	0.021	0.362	0.039
11	1.435	0.046	0.796	0.019	0.364	0.039
12	1.498	0.046	0.798	0.018	0.363	0.039
13	1.549	0.045	0.8	0.018	0.359	0.039
14	1.59	0.044	0.804	0.019	0.353	0.04
15	1.623	0.044	0.808	0.02	0.347	0.04
16	1.648	0.043	0.812	0.022	0.342	0.041
17	1.668	0.042	0.816	0.023	0.336	0.042
18	1.684	0.042	0.819	0.024	0.332	0.042

Damage 3

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.341	0.024	0.299	0.013	0.101	0.016
5	0.583	0.031	0.541	0.013	0.177	0.021
6	0.814	0.031	0.714	0.012	0.252	0.024
7	1.004	0.029	0.791	0.01	0.305	0.025
8	1.153	0.028	0.817	0.01	0.339	0.026
9	1.272	0.029	0.822	0.011	0.358	0.027
10	1.368	0.031	0.82	0.013	0.368	0.028
11	1.445	0.034	0.819	0.016	0.37	0.028
12	1.508	0.037	0.818	0.018	0.369	0.028
13	1.56	0.039	0.818	0.02	0.364	0.028
14	1.601	0.041	0.82	0.022	0.358	0.029
15	1.633	0.043	0.822	0.024	0.352	0.029
16	1.658	0.044	0.825	0.026	0.345	0.029
17	1.677	0.046	0.827	0.027	0.34	0.029
18	1.693	0.047	0.83	0.028	0.335	0.03

Damage 0

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.623	0.046	0.605	0.02	0.185	0.038
5	1.053	0.052	0.982	0.028	0.321	0.048
6	1.43	0.048	1.194	0.036	0.437	0.05
7	1.723	0.044	1.269	0.041	0.515	0.048
8	1.948	0.045	1.286	0.045	0.561	0.046
9	2.123	0.049	1.287	0.048	0.587	0.043
10	2.261	0.056	1.287	0.051	0.599	0.041
11	2.371	0.064	1.289	0.054	0.602	0.038
12	2.46	0.072	1.295	0.057	0.599	0.036
13	2.532	0.079	1.302	0.06	0.593	0.034
14	2.588	0.085	1.311	0.063	0.584	0.032
15	2.633	0.09	1.32	0.066	0.576	0.03
16	2.667	0.094	1.328	0.068	0.567	0.029
17	2.694	0.097	1.336	0.069	0.56	0.028
18	2.716	0.1	1.342	0.071	0.553	0.027

Damage 1

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.595	0.039	0.549	0.021	0.186	0.026
5	1.003	0.048	0.938	0.02	0.309	0.034
6	1.372	0.047	1.178	0.018	0.418	0.039
7	1.667	0.044	1.271	0.016	0.494	0.042
8	1.896	0.045	1.295	0.017	0.542	0.043
9	2.077	0.048	1.297	0.02	0.569	0.044
10	2.223	0.052	1.294	0.023	0.583	0.043
11	2.34	0.057	1.294	0.027	0.587	0.043
12	2.436	0.062	1.297	0.032	0.584	0.042
13	2.514	0.067	1.303	0.036	0.578	0.04
14	2.576	0.07	1.31	0.04	0.569	0.039
15	2.625	0.073	1.317	0.044	0.56	0.038
16	2.664	0.076	1.324	0.047	0.552	0.038
17	2.694	0.078	1.331	0.049	0.544	0.037
18	2.718	0.08	1.337	0.051	0.537	0.036

Damage 2

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.568	0.046	0.507	0.037	0.175	0.028
5	0.967	0.066	0.893	0.047	0.299	0.041
6	1.34	0.073	1.153	0.05	0.414	0.052
7	1.641	0.075	1.263	0.047	0.497	0.059
8	1.879	0.076	1.297	0.043	0.548	0.063
9	2.069	0.076	1.303	0.038	0.577	0.064
10	2.223	0.076	1.303	0.034	0.592	0.064
11	2.348	0.075	1.303	0.031	0.596	0.064
12	2.451	0.075	1.305	0.03	0.594	0.064
13	2.535	0.074	1.31	0.03	0.587	0.064
14	2.602	0.073	1.316	0.032	0.578	0.065
15	2.655	0.071	1.323	0.033	0.568	0.066
16	2.697	0.07	1.329	0.035	0.559	0.067
17	2.729	0.069	1.335	0.037	0.551	0.068
18	2.756	0.068	1.34	0.039	0.543	0.069

Damage 3

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.558	0.039	0.49	0.021	0.166	0.025
5	0.954	0.051	0.885	0.021	0.289	0.034
6	1.333	0.051	1.168	0.019	0.412	0.039
7	1.642	0.048	1.294	0.017	0.499	0.041
8	1.887	0.046	1.336	0.017	0.554	0.043
9	2.082	0.048	1.345	0.019	0.586	0.044
10	2.238	0.051	1.343	0.022	0.601	0.045
11	2.365	0.055	1.339	0.025	0.606	0.046
12	2.468	0.06	1.338	0.029	0.603	0.046
13	2.552	0.064	1.339	0.033	0.596	0.046
14	2.619	0.068	1.342	0.036	0.586	0.047
15	2.672	0.07	1.346	0.039	0.575	0.047
16	2.713	0.073	1.35	0.042	0.565	0.048
17	2.745	0.075	1.354	0.044	0.556	0.048
18	2.771	0.076	1.358	0.046	0.548	0.049

Damage 0

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.247	0.092	1.21	0.04	0.37	0.077
5	2.106	0.105	1.965	0.057	0.641	0.096
6	2.861	0.097	2.388	0.072	0.874	0.099
7	3.447	0.088	2.537	0.082	1.029	0.097
8	3.896	0.089	2.573	0.089	1.122	0.092
9	4.245	0.099	2.575	0.096	1.174	0.086
10	4.521	0.113	2.574	0.102	1.198	0.081
11	4.742	0.128	2.578	0.108	1.205	0.076
12	4.92	0.144	2.589	0.115	1.199	0.072
13	5.063	0.158	2.605	0.12	1.185	0.067
14	5.177	0.17	2.622	0.126	1.169	0.064
15	5.266	0.18	2.64	0.131	1.151	0.06
16	5.334	0.188	2.657	0.135	1.134	0.058
17	5.389	0.194	2.672	0.139	1.119	0.055
18	5.432	0.2	2.685	0.142	1.105	0.053

Damage 1

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.19	0.079	1.099	0.043	0.372	0.053
5	2.006	0.096	1.876	0.041	0.617	0.069
6	2.745	0.093	2.357	0.036	0.836	0.078
7	3.333	0.089	2.542	0.033	0.989	0.083
8	3.792	0.09	2.59	0.034	1.084	0.086
9	4.155	0.096	2.593	0.039	1.138	0.087
10	4.445	0.105	2.589	0.047	1.165	0.087
11	4.68	0.115	2.588	0.055	1.173	0.085
12	4.872	0.124	2.594	0.064	1.168	0.083
13	5.028	0.133	2.605	0.072	1.155	0.081
14	5.153	0.141	2.619	0.08	1.139	0.079
15	5.251	0.147	2.634	0.087	1.121	0.077
16	5.327	0.152	2.649	0.093	1.104	0.075
17	5.387	0.156	2.662	0.098	1.088	0.074
18	5.436	0.159	2.673	0.102	1.074	0.073

Damage 2

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.136	0.092	1.014	0.075	0.351	0.056
5	1.934	0.132	1.787	0.095	0.597	0.083
6	2.679	0.147	2.306	0.1	0.829	0.104
7	3.282	0.15	2.525	0.095	0.993	0.118
8	3.758	0.151	2.594	0.085	1.096	0.126
9	4.138	0.152	2.607	0.075	1.154	0.129
10	4.445	0.152	2.606	0.067	1.183	0.129
11	4.696	0.151	2.606	0.062	1.192	0.128
12	4.902	0.15	2.61	0.06	1.188	0.128
13	5.07	0.148	2.62	0.06	1.174	0.128
14	5.205	0.145	2.632	0.063	1.156	0.13
15	5.311	0.143	2.645	0.067	1.137	0.132
16	5.393	0.141	2.658	0.071	1.118	0.134
17	5.459	0.138	2.67	0.074	1.101	0.137
18	5.511	0.137	2.68	0.078	1.086	0.139

Damage 3

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.117	0.079	0.98	0.042	0.332	0.051
5	1.908	0.102	1.769	0.042	0.579	0.068
6	2.666	0.102	2.336	0.038	0.823	0.077
7	3.285	0.096	2.589	0.034	0.999	0.083
8	3.774	0.093	2.672	0.034	1.109	0.086
9	4.164	0.096	2.689	0.037	1.172	0.089
10	4.477	0.102	2.685	0.044	1.203	0.09
11	4.73	0.111	2.679	0.051	1.212	0.091
12	4.937	0.12	2.676	0.058	1.206	0.092
13	5.105	0.128	2.679	0.066	1.191	0.093
14	5.238	0.135	2.684	0.073	1.172	0.094
15	5.343	0.141	2.692	0.079	1.151	0.095
16	5.425	0.146	2.7	0.084	1.131	0.095
17	5.49	0.149	2.708	0.088	1.112	0.096
18	5.541	0.153	2.715	0.092	1.095	0.097

CASE 3**Damage 0**

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.383	0.016	0.272	0.008	0.13	0.024
5	0.615	0.026	0.405	0.011	0.177	0.031
6	0.808	0.037	0.612	0.021	0.212	0.034
7	0.962	0.046	0.852	0.033	0.237	0.035
8	1.084	0.055	1.069	0.045	0.256	0.035
9	1.181	0.066	1.235	0.055	0.267	0.033
10	1.26	0.078	1.351	0.063	0.273	0.031
11	1.326	0.09	1.426	0.069	0.275	0.028
12	1.383	0.103	1.47	0.074	0.273	0.026
13	1.433	0.116	1.495	0.077	0.269	0.024
14	1.476	0.128	1.507	0.079	0.264	0.023
15	1.513	0.138	1.512	0.081	0.258	0.021
16	1.543	0.146	1.513	0.082	0.253	0.02
17	1.568	0.153	1.512	0.083	0.248	0.019
18	1.589	0.159	1.51	0.084	0.244	0.018

Damage 1

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.373	0.015	0.251	0.006	0.129	0.016
5	0.602	0.027	0.376	0.009	0.179	0.021
6	0.793	0.038	0.578	0.015	0.216	0.026
7	0.944	0.045	0.818	0.021	0.241	0.028
8	1.063	0.048	1.039	0.028	0.257	0.029
9	1.157	0.052	1.213	0.034	0.266	0.029
10	1.235	0.059	1.336	0.041	0.27	0.028
11	1.301	0.068	1.418	0.046	0.27	0.028
12	1.362	0.08	1.468	0.051	0.268	0.027
13	1.419	0.092	1.496	0.055	0.264	0.026
14	1.47	0.103	1.511	0.058	0.259	0.026
15	1.516	0.112	1.518	0.06	0.254	0.025
16	1.555	0.12	1.52	0.062	0.249	0.025
17	1.589	0.127	1.52	0.063	0.245	0.025
18	1.617	0.132	1.518	0.064	0.242	0.025

Damage 2

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.364	0.02	0.24	0.012	0.131	0.015
5	0.587	0.037	0.357	0.018	0.18	0.023
6	0.776	0.052	0.552	0.021	0.217	0.031
7	0.93	0.06	0.79	0.023	0.243	0.038
8	1.055	0.062	1.016	0.024	0.261	0.042
9	1.157	0.059	1.197	0.025	0.272	0.044
10	1.242	0.057	1.329	0.027	0.278	0.045
11	1.316	0.056	1.417	0.03	0.28	0.046
12	1.384	0.057	1.472	0.033	0.279	0.048
13	1.451	0.061	1.505	0.037	0.275	0.05
14	1.513	0.065	1.522	0.039	0.271	0.052
15	1.569	0.069	1.531	0.042	0.266	0.054
16	1.619	0.073	1.535	0.044	0.262	0.056
17	1.662	0.076	1.535	0.045	0.259	0.058
18	1.699	0.078	1.534	0.046	0.255	0.06

Damage 3

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.364	0.013	0.229	0.007	0.13	0.014
5	0.589	0.026	0.342	0.009	0.183	0.02
6	0.778	0.037	0.536	0.013	0.221	0.024
7	0.928	0.044	0.776	0.018	0.246	0.027
8	1.045	0.048	1.001	0.024	0.261	0.028
9	1.137	0.052	1.182	0.031	0.268	0.028
10	1.214	0.059	1.317	0.037	0.271	0.028
11	1.28	0.07	1.41	0.043	0.27	0.027
12	1.338	0.083	1.47	0.048	0.267	0.026
13	1.385	0.097	1.505	0.052	0.261	0.025
14	1.422	0.111	1.523	0.055	0.254	0.024
15	1.45	0.123	1.531	0.057	0.247	0.023
16	1.47	0.133	1.533	0.059	0.24	0.022
17	1.485	0.142	1.531	0.061	0.233	0.022
18	1.496	0.149	1.528	0.062	0.226	0.021

Damage 0

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.626	0.026	0.445	0.013	0.213	0.039
5	1.006	0.043	0.662	0.018	0.289	0.051
6	1.323	0.061	1.001	0.034	0.346	0.056
7	1.574	0.076	1.394	0.054	0.388	0.058
8	1.774	0.091	1.748	0.074	0.418	0.057
9	1.933	0.107	2.022	0.09	0.437	0.054
10	2.062	0.127	2.211	0.103	0.447	0.05
11	2.169	0.148	2.333	0.114	0.45	0.046
12	2.263	0.169	2.406	0.121	0.447	0.043
13	2.345	0.19	2.447	0.126	0.44	0.04
14	2.416	0.209	2.467	0.13	0.432	0.037
15	2.476	0.225	2.475	0.133	0.423	0.035
16	2.525	0.239	2.476	0.134	0.414	0.032
17	2.566	0.251	2.474	0.136	0.406	0.03
18	2.6	0.261	2.471	0.137	0.399	0.029

Damage 1

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.611	0.024	0.41	0.01	0.211	0.026
5	0.985	0.045	0.616	0.015	0.294	0.035
6	1.297	0.063	0.946	0.024	0.354	0.042
7	1.545	0.074	1.338	0.034	0.395	0.046
8	1.739	0.079	1.7	0.045	0.421	0.048
9	1.894	0.085	1.985	0.056	0.436	0.048
10	2.02	0.096	2.187	0.067	0.442	0.047
11	2.129	0.112	2.32	0.076	0.442	0.045
12	2.229	0.131	2.402	0.083	0.438	0.044
13	2.322	0.15	2.448	0.09	0.431	0.043
14	2.406	0.168	2.473	0.095	0.424	0.042
15	2.481	0.184	2.484	0.098	0.416	0.042
16	2.545	0.197	2.487	0.101	0.408	0.041
17	2.6	0.207	2.487	0.103	0.401	0.041
18	2.647	0.216	2.484	0.105	0.395	0.041

Damage 2

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.595	0.033	0.393	0.02	0.214	0.024
5	0.96	0.061	0.584	0.029	0.295	0.038
6	1.27	0.085	0.903	0.035	0.355	0.051
7	1.522	0.098	1.293	0.038	0.397	0.062
8	1.726	0.101	1.662	0.039	0.426	0.068
9	1.893	0.097	1.959	0.04	0.445	0.071
10	2.032	0.093	2.174	0.044	0.455	0.073
11	2.153	0.091	2.319	0.049	0.458	0.075
12	2.265	0.093	2.409	0.054	0.456	0.078
13	2.374	0.099	2.462	0.06	0.45	0.081
14	2.476	0.106	2.491	0.064	0.443	0.085
15	2.568	0.113	2.505	0.068	0.436	0.089
16	2.649	0.119	2.511	0.071	0.429	0.092
17	2.719	0.124	2.512	0.074	0.423	0.096
18	2.78	0.128	2.511	0.075	0.418	0.098

Damage 3

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.595	0.021	0.376	0.012	0.213	0.024
5	0.963	0.042	0.56	0.016	0.299	0.032
6	1.273	0.061	0.877	0.021	0.362	0.039
7	1.519	0.072	1.269	0.029	0.403	0.044
8	1.71	0.078	1.637	0.039	0.427	0.046
9	1.86	0.085	1.935	0.05	0.439	0.046
10	1.986	0.096	2.155	0.061	0.443	0.045
11	2.095	0.114	2.307	0.07	0.442	0.044
12	2.189	0.136	2.405	0.078	0.436	0.042
13	2.266	0.159	2.462	0.085	0.427	0.041
14	2.327	0.182	2.492	0.09	0.416	0.04
15	2.372	0.201	2.505	0.094	0.404	0.038
16	2.406	0.218	2.508	0.097	0.392	0.037
17	2.43	0.232	2.505	0.099	0.381	0.035
18	2.448	0.244	2.5	0.101	0.37	0.034

Damage 1

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.253	0.051	0.89	0.026	0.425	0.078
5	2.012	0.086	1.325	0.037	0.578	0.102
6	2.645	0.122	2.002	0.068	0.693	0.113
7	3.149	0.152	2.788	0.108	0.777	0.116
8	3.548	0.181	3.497	0.147	0.836	0.113
9	3.866	0.215	4.043	0.18	0.875	0.107
10	4.124	0.254	4.422	0.207	0.894	0.1
11	4.339	0.296	4.666	0.227	0.899	0.093
12	4.526	0.339	4.812	0.242	0.893	0.086
13	4.69	0.38	4.893	0.253	0.88	0.079
14	4.832	0.418	4.933	0.26	0.863	0.074
15	4.951	0.451	4.95	0.265	0.845	0.069
16	5.05	0.478	4.953	0.269	0.828	0.065
17	5.132	0.502	4.949	0.271	0.812	0.061
18	5.2	0.521	4.942	0.273	0.798	0.058

Damage 1

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.221	0.048	0.82	0.019	0.422	0.052
5	1.97	0.09	1.232	0.03	0.587	0.069
6	2.595	0.126	1.892	0.048	0.708	0.083
7	3.089	0.147	2.677	0.068	0.79	0.093
8	3.478	0.159	3.4	0.09	0.842	0.096
9	3.787	0.171	3.97	0.112	0.872	0.096
10	4.041	0.192	4.374	0.133	0.885	0.093
11	4.259	0.224	4.64	0.151	0.885	0.09
12	4.458	0.261	4.803	0.167	0.876	0.088
13	4.643	0.3	4.897	0.18	0.863	0.086
14	4.812	0.336	4.946	0.189	0.847	0.084
15	4.961	0.367	4.968	0.197	0.831	0.083
16	5.09	0.393	4.975	0.203	0.816	0.082
17	5.199	0.415	4.973	0.207	0.803	0.082
18	5.293	0.433	4.968	0.21	0.791	0.081

Damage 2

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.19	0.066	0.786	0.04	0.428	0.048
5	1.92	0.122	1.167	0.057	0.591	0.075
6	2.54	0.17	1.806	0.07	0.71	0.103
7	3.043	0.196	2.587	0.076	0.794	0.123
8	3.452	0.202	3.324	0.078	0.853	0.136
9	3.786	0.195	3.918	0.081	0.891	0.143
10	4.065	0.185	4.349	0.088	0.911	0.147
11	4.306	0.182	4.637	0.098	0.916	0.151
12	4.531	0.187	4.818	0.109	0.911	0.156
13	4.747	0.198	4.924	0.12	0.9	0.162
14	4.951	0.212	4.982	0.129	0.886	0.17
15	5.136	0.226	5.01	0.137	0.872	0.177
16	5.298	0.238	5.022	0.142	0.858	0.185
17	5.439	0.248	5.024	0.147	0.846	0.191
18	5.561	0.257	5.022	0.151	0.835	0.197

Damage 3

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.191	0.041	0.751	0.024	0.425	0.047
5	1.926	0.084	1.121	0.031	0.599	0.064
6	2.546	0.122	1.755	0.042	0.724	0.078
7	3.038	0.145	2.538	0.058	0.806	0.088
8	3.419	0.156	3.275	0.078	0.854	0.092
9	3.72	0.169	3.87	0.1	0.878	0.092
10	3.972	0.192	4.311	0.121	0.886	0.09
11	4.191	0.228	4.615	0.14	0.884	0.088
12	4.378	0.272	4.81	0.156	0.873	0.085
13	4.533	0.319	4.924	0.169	0.855	0.082
14	4.654	0.363	4.984	0.18	0.832	0.079
15	4.745	0.403	5.01	0.188	0.808	0.076
16	4.812	0.436	5.016	0.194	0.784	0.073
17	4.861	0.465	5.011	0.199	0.761	0.07
18	4.897	0.489	5	0.203	0.74	0.068

CASE 4**Damage 0**

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.35	0.025	0.132	0.01	0.111	0.02
5	0.584	0.039	0.344	0.014	0.207	0.027
6	0.799	0.044	0.593	0.02	0.278	0.031
7	0.985	0.043	0.77	0.024	0.323	0.032
8	1.144	0.041	0.876	0.028	0.353	0.031
9	1.283	0.04	0.938	0.03	0.374	0.029
10	1.401	0.042	0.975	0.032	0.387	0.027
11	1.497	0.045	0.997	0.033	0.394	0.025
12	1.57	0.047	1.012	0.034	0.396	0.024
13	1.624	0.05	1.022	0.035	0.394	0.022
14	1.664	0.052	1.03	0.036	0.39	0.02
15	1.696	0.054	1.037	0.037	0.385	0.019
16	1.723	0.056	1.042	0.037	0.381	0.018
17	1.747	0.057	1.046	0.038	0.377	0.017
18	1.768	0.059	1.051	0.038	0.374	0.016

Damage 2

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.334	0.026	0.116	0.015	0.116	0.016
5	0.568	0.045	0.326	0.02	0.218	0.025
6	0.772	0.056	0.585	0.024	0.288	0.032
7	0.944	0.056	0.773	0.024	0.326	0.036
8	1.096	0.053	0.884	0.022	0.346	0.039
9	1.232	0.048	0.945	0.02	0.358	0.043
10	1.354	0.045	0.978	0.017	0.366	0.046
11	1.462	0.042	0.996	0.015	0.37	0.049
12	1.557	0.041	1.007	0.014	0.371	0.052
13	1.637	0.041	1.015	0.013	0.369	0.055
14	1.704	0.041	1.021	0.013	0.366	0.058
15	1.757	0.041	1.025	0.013	0.362	0.06
16	1.799	0.041	1.029	0.013	0.358	0.061
17	1.833	0.041	1.032	0.014	0.354	0.062
18	1.86	0.041	1.035	0.014	0.351	0.064

Damage 4

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.319	0.03	0.102	0.019	0.114	0.023
5	0.547	0.061	0.294	0.032	0.213	0.036
6	0.758	0.086	0.563	0.047	0.289	0.045
7	0.941	0.098	0.77	0.054	0.335	0.051
8	1.104	0.1	0.896	0.055	0.361	0.056
9	1.248	0.099	0.964	0.053	0.376	0.063
10	1.371	0.096	0.999	0.049	0.384	0.07
11	1.473	0.092	1.015	0.045	0.385	0.077
12	1.559	0.089	1.023	0.04	0.382	0.084
13	1.634	0.086	1.026	0.036	0.377	0.09
14	1.698	0.084	1.028	0.033	0.37	0.097
15	1.751	0.082	1.029	0.03	0.364	0.102
16	1.795	0.081	1.03	0.028	0.358	0.107
17	1.832	0.08	1.032	0.026	0.352	0.111
18	1.862	0.079	1.033	0.024	0.347	0.114

Damage 6

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.319	0.023	0.094	0.014	0.118	0.013
5	0.549	0.043	0.287	0.019	0.222	0.022
6	0.752	0.056	0.573	0.023	0.299	0.029
7	0.919	0.058	0.801	0.023	0.34	0.032
8	1.067	0.054	0.939	0.022	0.358	0.034
9	1.203	0.05	1.01	0.02	0.366	0.036
10	1.326	0.047	1.043	0.018	0.369	0.038
11	1.432	0.046	1.055	0.017	0.368	0.04
12	1.516	0.045	1.057	0.016	0.363	0.042
13	1.58	0.045	1.054	0.016	0.356	0.044
14	1.63	0.045	1.05	0.016	0.347	0.045
15	1.669	0.045	1.045	0.016	0.338	0.046
16	1.703	0.045	1.042	0.016	0.33	0.047
17	1.732	0.045	1.039	0.016	0.323	0.048
18	1.759	0.045	1.037	0.016	0.317	0.048

Damage 0

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.572	0.041	0.217	0.016	0.181	0.033
5	0.956	0.063	0.563	0.024	0.338	0.044
6	1.308	0.071	0.971	0.032	0.455	0.051
7	1.612	0.07	1.26	0.04	0.529	0.052
8	1.873	0.066	1.434	0.045	0.578	0.05
9	2.099	0.066	1.535	0.049	0.611	0.047
10	2.292	0.068	1.595	0.052	0.633	0.045
11	2.449	0.073	1.632	0.054	0.645	0.042
12	2.569	0.078	1.656	0.056	0.648	0.039
13	2.657	0.082	1.673	0.058	0.645	0.036
14	2.723	0.085	1.686	0.059	0.638	0.033
15	2.775	0.089	1.696	0.06	0.63	0.031
16	2.819	0.091	1.705	0.061	0.623	0.029
17	2.858	0.094	1.712	0.062	0.617	0.027
18	2.894	0.096	1.719	0.063	0.612	0.026

Damage 2

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.547	0.043	0.189	0.025	0.19	0.026
5	0.929	0.074	0.533	0.033	0.356	0.042
6	1.264	0.091	0.958	0.039	0.472	0.052
7	1.545	0.092	1.265	0.04	0.533	0.059
8	1.793	0.086	1.446	0.037	0.566	0.064
9	2.016	0.079	1.546	0.033	0.586	0.07
10	2.216	0.073	1.6	0.028	0.598	0.075
11	2.393	0.069	1.63	0.025	0.605	0.081
12	2.547	0.067	1.649	0.022	0.606	0.086
13	2.679	0.066	1.661	0.021	0.604	0.09
14	2.788	0.066	1.67	0.021	0.599	0.094
15	2.875	0.067	1.677	0.021	0.593	0.097
16	2.944	0.067	1.683	0.021	0.586	0.1
17	2.999	0.067	1.688	0.022	0.58	0.102
18	3.044	0.067	1.693	0.023	0.574	0.104

Damage 4

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.523	0.05	0.167	0.032	0.187	0.038
5	0.896	0.101	0.482	0.053	0.349	0.059
6	1.24	0.141	0.921	0.076	0.473	0.074
7	1.54	0.16	1.26	0.088	0.548	0.083
8	1.806	0.164	1.466	0.091	0.591	0.092
9	2.042	0.162	1.578	0.087	0.616	0.103
10	2.244	0.157	1.635	0.08	0.628	0.114
11	2.41	0.151	1.661	0.073	0.631	0.126
12	2.551	0.146	1.674	0.066	0.626	0.137
13	2.673	0.141	1.679	0.059	0.617	0.148
14	2.778	0.138	1.682	0.054	0.606	0.158
15	2.866	0.135	1.684	0.049	0.595	0.167
16	2.938	0.133	1.686	0.045	0.585	0.175
17	2.997	0.131	1.688	0.042	0.576	0.181
18	3.046	0.13	1.69	0.04	0.568	0.186

Damage 6

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.522	0.038	0.154	0.022	0.192	0.021
5	0.899	0.071	0.47	0.031	0.363	0.036
6	1.23	0.091	0.937	0.038	0.49	0.047
7	1.504	0.094	1.31	0.038	0.556	0.052
8	1.746	0.088	1.536	0.036	0.586	0.056
9	1.968	0.082	1.654	0.033	0.599	0.059
10	2.17	0.077	1.707	0.03	0.603	0.062
11	2.343	0.075	1.727	0.028	0.602	0.066
12	2.48	0.074	1.73	0.027	0.595	0.069
13	2.586	0.074	1.725	0.026	0.582	0.071
14	2.667	0.073	1.718	0.026	0.568	0.073
15	2.732	0.073	1.711	0.025	0.553	0.075
16	2.787	0.073	1.705	0.025	0.54	0.077
17	2.835	0.073	1.7	0.025	0.528	0.078
18	2.878	0.074	1.697	0.025	0.518	0.079

Damage 0

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.144	0.082	0.433	0.033	0.363	0.066
5	1.913	0.127	1.127	0.047	0.676	0.089
6	2.617	0.143	1.942	0.065	0.91	0.101
7	3.223	0.139	2.52	0.08	1.058	0.103
8	3.745	0.133	2.868	0.091	1.156	0.1
9	4.198	0.132	3.071	0.099	1.223	0.095
10	4.584	0.137	3.19	0.104	1.266	0.089
11	4.899	0.146	3.264	0.109	1.29	0.083
12	5.139	0.155	3.313	0.112	1.296	0.077
13	5.315	0.163	3.346	0.116	1.29	0.072
14	5.446	0.171	3.372	0.118	1.276	0.067
15	5.551	0.177	3.392	0.121	1.261	0.062
16	5.639	0.183	3.41	0.122	1.246	0.058
17	5.716	0.188	3.425	0.124	1.234	0.055
18	5.787	0.192	3.438	0.125	1.224	0.052

Damage 2

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.095	0.086	0.379	0.05	0.38	0.052
5	1.858	0.149	1.066	0.067	0.713	0.083
6	2.527	0.182	1.916	0.079	0.943	0.105
7	3.09	0.184	2.529	0.079	1.066	0.118
8	3.586	0.172	2.892	0.073	1.131	0.128
9	4.032	0.158	3.092	0.065	1.172	0.139
10	4.432	0.146	3.2	0.057	1.197	0.151
11	4.786	0.139	3.261	0.05	1.21	0.161
12	5.095	0.135	3.297	0.045	1.213	0.171
13	5.358	0.133	3.322	0.042	1.208	0.181
14	5.576	0.133	3.34	0.041	1.198	0.188
15	5.75	0.133	3.355	0.042	1.185	0.195
16	5.888	0.134	3.367	0.043	1.172	0.2
17	5.998	0.134	3.377	0.044	1.159	0.205
18	6.087	0.135	3.386	0.046	1.148	0.208

Damage 4

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.045	0.1	0.334	0.064	0.374	0.076
5	1.791	0.201	0.964	0.106	0.697	0.118
6	2.48	0.282	1.842	0.152	0.946	0.148
7	3.08	0.32	2.521	0.177	1.096	0.167
8	3.612	0.328	2.932	0.181	1.182	0.185
9	4.084	0.323	3.156	0.173	1.232	0.206
10	4.488	0.313	3.269	0.16	1.256	0.228
11	4.821	0.302	3.323	0.146	1.261	0.251
12	5.102	0.292	3.347	0.132	1.252	0.274
13	5.346	0.283	3.358	0.119	1.234	0.296
14	5.556	0.276	3.364	0.107	1.212	0.316
15	5.731	0.27	3.369	0.098	1.191	0.334
16	5.876	0.266	3.372	0.091	1.171	0.349
17	5.994	0.262	3.376	0.085	1.153	0.362
18	6.092	0.259	3.379	0.08	1.136	0.373

Damage 6

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.045	0.076	0.308	0.044	0.385	0.043
5	1.797	0.141	0.939	0.063	0.726	0.072
6	2.461	0.182	1.874	0.076	0.98	0.094
7	3.009	0.188	2.62	0.077	1.112	0.105
8	3.491	0.177	3.072	0.072	1.171	0.111
9	3.936	0.163	3.307	0.065	1.197	0.118
10	4.34	0.154	3.415	0.06	1.207	0.125
11	4.686	0.15	3.454	0.056	1.204	0.132
12	4.961	0.148	3.46	0.053	1.189	0.138
13	5.171	0.147	3.45	0.052	1.165	0.142
14	5.333	0.146	3.436	0.051	1.136	0.147
15	5.464	0.146	3.422	0.051	1.107	0.15
16	5.574	0.146	3.41	0.051	1.08	0.153
17	5.67	0.147	3.401	0.051	1.057	0.156
18	5.756	0.147	3.394	0.051	1.037	0.158

CASE 5**Damage 0**

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.527	0.022	0.546	0.018	0.291	0.013
5	0.855	0.033	0.695	0.025	0.438	0.015
6	1.129	0.044	0.733	0.032	0.548	0.015
7	1.358	0.051	0.734	0.037	0.634	0.013
8	1.547	0.056	0.736	0.04	0.702	0.012
9	1.7	0.059	0.747	0.041	0.758	0.012
10	1.823	0.06	0.766	0.042	0.803	0.013
11	1.921	0.061	0.789	0.042	0.841	0.016
12	1.999	0.061	0.815	0.042	0.875	0.02
13	2.061	0.061	0.842	0.042	0.905	0.024
14	2.11	0.061	0.867	0.041	0.932	0.027
15	2.149	0.061	0.89	0.041	0.955	0.03
16	2.178	0.061	0.909	0.04	0.974	0.033
17	2.201	0.061	0.926	0.04	0.991	0.035
18	2.219	0.061	0.94	0.04	1.004	0.037

Damage 1

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.491	0.02	0.472	0.02	0.26	0.016
5	0.822	0.032	0.635	0.028	0.41	0.023
6	1.11	0.047	0.696	0.037	0.526	0.03
7	1.352	0.061	0.713	0.043	0.614	0.038
8	1.553	0.071	0.722	0.047	0.679	0.047
9	1.718	0.077	0.734	0.049	0.729	0.057
10	1.851	0.081	0.752	0.05	0.767	0.068
11	1.957	0.083	0.773	0.049	0.797	0.079
12	2.044	0.084	0.796	0.048	0.822	0.089
13	2.113	0.084	0.82	0.047	0.844	0.099
14	2.167	0.083	0.842	0.045	0.863	0.108
15	2.21	0.082	0.862	0.043	0.878	0.115
16	2.243	0.081	0.88	0.042	0.892	0.121
17	2.269	0.08	0.895	0.04	0.903	0.126
18	2.289	0.079	0.907	0.039	0.912	0.13

Damage 2

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.489	0.03	0.448	0.03	0.267	0.024
5	0.821	0.044	0.611	0.039	0.418	0.035
6	1.112	0.062	0.678	0.045	0.532	0.046
7	1.358	0.079	0.698	0.05	0.616	0.058
8	1.565	0.093	0.709	0.053	0.676	0.074
9	1.736	0.104	0.721	0.054	0.72	0.092
10	1.876	0.112	0.738	0.054	0.752	0.111
11	1.989	0.119	0.758	0.053	0.775	0.13
12	2.081	0.124	0.779	0.052	0.794	0.149
13	2.155	0.128	0.801	0.05	0.808	0.166
14	2.214	0.131	0.822	0.048	0.821	0.181
15	2.26	0.133	0.841	0.046	0.831	0.193
16	2.296	0.135	0.857	0.044	0.839	0.203
17	2.324	0.136	0.871	0.043	0.846	0.212
18	2.346	0.137	0.883	0.041	0.852	0.219

Damage 3

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.462	0.013	0.409	0.009	0.24	0.012
5	0.789	0.026	0.58	0.015	0.388	0.018
6	1.084	0.043	0.666	0.024	0.506	0.024
7	1.334	0.057	0.701	0.03	0.592	0.03
8	1.541	0.067	0.718	0.035	0.653	0.036
9	1.71	0.074	0.732	0.037	0.695	0.044
10	1.846	0.077	0.748	0.038	0.723	0.052
11	1.956	0.079	0.765	0.038	0.742	0.06
12	2.045	0.079	0.783	0.037	0.755	0.068
13	2.117	0.079	0.802	0.036	0.765	0.076
14	2.173	0.078	0.82	0.034	0.773	0.083
15	2.217	0.076	0.837	0.033	0.779	0.089
16	2.252	0.075	0.85	0.032	0.784	0.094
17	2.279	0.074	0.862	0.031	0.788	0.098
18	2.3	0.072	0.873	0.03	0.792	0.102

Damage 0

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.862	0.035	0.894	0.029	0.476	0.022
5	1.398	0.053	1.137	0.04	0.717	0.025
6	1.848	0.072	1.199	0.052	0.897	0.024
7	2.222	0.084	1.201	0.06	1.037	0.022
8	2.531	0.092	1.205	0.065	1.149	0.02
9	2.782	0.096	1.223	0.068	1.24	0.02
10	2.983	0.098	1.253	0.069	1.314	0.022
11	3.143	0.099	1.291	0.069	1.377	0.027
12	3.271	0.099	1.334	0.069	1.432	0.032
13	3.373	0.1	1.378	0.068	1.481	0.039
14	3.453	0.1	1.419	0.067	1.525	0.044
15	3.516	0.1	1.456	0.067	1.563	0.049
16	3.564	0.1	1.488	0.066	1.594	0.054
17	3.602	0.1	1.515	0.066	1.621	0.057
18	3.632	0.1	1.537	0.065	1.643	0.06

Damage 1

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.804	0.033	0.772	0.033	0.425	0.026
5	1.346	0.052	1.038	0.046	0.671	0.038
6	1.817	0.077	1.139	0.06	0.861	0.049
7	2.213	0.1	1.167	0.071	1.004	0.062
8	2.542	0.116	1.181	0.077	1.112	0.077
9	2.811	0.126	1.202	0.081	1.193	0.093
10	3.028	0.133	1.23	0.082	1.255	0.111
11	3.203	0.136	1.264	0.081	1.304	0.129
12	3.344	0.137	1.302	0.079	1.345	0.146
13	3.457	0.137	1.341	0.076	1.381	0.162
14	3.546	0.136	1.378	0.073	1.411	0.176
15	3.616	0.134	1.411	0.071	1.437	0.188
16	3.67	0.133	1.44	0.068	1.459	0.198
17	3.712	0.131	1.464	0.066	1.478	0.206
18	3.746	0.13	1.484	0.064	1.493	0.213

Damage 2

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.8	0.049	0.732	0.049	0.436	0.039
5	1.344	0.073	1	0.064	0.684	0.057
6	1.819	0.101	1.109	0.074	0.871	0.075
7	2.222	0.129	1.143	0.082	1.007	0.096
8	2.56	0.152	1.16	0.087	1.107	0.121
9	2.841	0.17	1.181	0.089	1.179	0.151
10	3.069	0.184	1.208	0.089	1.231	0.182
11	3.255	0.195	1.24	0.087	1.269	0.213
12	3.405	0.203	1.275	0.085	1.299	0.243
13	3.527	0.209	1.312	0.082	1.323	0.271
14	3.623	0.214	1.346	0.078	1.343	0.295
15	3.698	0.218	1.376	0.075	1.359	0.316
16	3.756	0.221	1.403	0.072	1.373	0.333
17	3.802	0.223	1.425	0.07	1.384	0.346
18	3.839	0.225	1.444	0.068	1.394	0.358

Damage 3

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.757	0.022	0.669	0.015	0.393	0.02
5	1.292	0.043	0.949	0.025	0.635	0.03
6	1.774	0.071	1.09	0.039	0.829	0.039
7	2.182	0.094	1.147	0.05	0.969	0.049
8	2.521	0.11	1.175	0.057	1.068	0.059
9	2.798	0.12	1.198	0.061	1.137	0.071
10	3.021	0.126	1.223	0.062	1.183	0.084
11	3.201	0.129	1.252	0.061	1.214	0.098
12	3.347	0.13	1.282	0.06	1.236	0.112
13	3.464	0.129	1.313	0.058	1.252	0.125
14	3.556	0.127	1.342	0.056	1.265	0.136
15	3.629	0.125	1.369	0.054	1.275	0.146
16	3.685	0.123	1.392	0.052	1.283	0.154
17	3.729	0.12	1.411	0.051	1.29	0.161
18	3.764	0.119	1.428	0.049	1.296	0.166

Damage 0

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.724	0.071	1.788	0.058	0.952	0.043
5	2.797	0.107	2.275	0.081	1.435	0.049
6	3.696	0.143	2.398	0.104	1.794	0.048
7	4.444	0.168	2.403	0.121	2.073	0.044
8	5.062	0.183	2.41	0.13	2.298	0.039
9	5.563	0.192	2.445	0.136	2.48	0.039
10	5.965	0.196	2.506	0.138	2.628	0.044
11	6.285	0.198	2.583	0.138	2.753	0.053
12	6.542	0.199	2.668	0.137	2.864	0.065
13	6.746	0.199	2.756	0.136	2.963	0.077
14	6.907	0.199	2.839	0.135	3.05	0.089
15	7.031	0.199	2.912	0.134	3.125	0.099
16	7.128	0.199	2.976	0.132	3.189	0.107
17	7.204	0.199	3.029	0.131	3.242	0.114
18	7.264	0.199	3.075	0.131	3.287	0.12

Damage 1

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.608	0.065	1.544	0.066	0.85	0.051
5	2.691	0.103	2.077	0.093	1.342	0.075
6	3.634	0.155	2.278	0.12	1.722	0.099
7	4.426	0.199	2.333	0.141	2.008	0.124
8	5.084	0.231	2.362	0.155	2.224	0.153
9	5.622	0.253	2.403	0.161	2.386	0.187
10	6.057	0.265	2.46	0.163	2.511	0.222
11	6.406	0.272	2.529	0.161	2.609	0.258
12	6.688	0.274	2.605	0.157	2.691	0.292
13	6.914	0.274	2.683	0.152	2.762	0.324
14	7.093	0.272	2.756	0.147	2.823	0.352
15	7.232	0.269	2.822	0.141	2.875	0.376
16	7.34	0.266	2.879	0.137	2.918	0.396
17	7.425	0.263	2.927	0.132	2.955	0.412
18	7.492	0.26	2.969	0.129	2.986	0.426

Damage 2

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.599	0.097	1.465	0.097	0.872	0.077
5	2.687	0.146	2	0.128	1.368	0.114
6	3.638	0.203	2.219	0.149	1.743	0.15
7	4.443	0.258	2.286	0.164	2.015	0.191
8	5.121	0.304	2.32	0.173	2.214	0.242
9	5.682	0.34	2.361	0.177	2.357	0.301
10	6.139	0.368	2.415	0.177	2.461	0.364
11	6.51	0.389	2.48	0.174	2.538	0.426
12	6.811	0.406	2.551	0.169	2.597	0.487
13	7.054	0.419	2.623	0.163	2.646	0.542
14	7.246	0.428	2.692	0.157	2.686	0.591
15	7.396	0.436	2.753	0.15	2.719	0.632
16	7.513	0.442	2.805	0.145	2.746	0.665
17	7.605	0.446	2.85	0.14	2.769	0.693
18	7.678	0.45	2.888	0.135	2.788	0.716

Damage 3

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.513	0.044	1.338	0.03	0.786	0.04
5	2.583	0.086	1.898	0.05	1.27	0.059
6	3.548	0.142	2.181	0.078	1.657	0.078
7	4.364	0.188	2.294	0.1	1.938	0.097
8	5.042	0.22	2.35	0.114	2.137	0.118
9	5.596	0.241	2.397	0.121	2.273	0.143
10	6.042	0.253	2.447	0.124	2.365	0.169
11	6.402	0.258	2.503	0.123	2.428	0.196
12	6.693	0.259	2.564	0.12	2.472	0.224
13	6.927	0.257	2.626	0.116	2.505	0.249
14	7.113	0.254	2.685	0.112	2.53	0.272
15	7.257	0.25	2.738	0.108	2.55	0.292
16	7.37	0.245	2.783	0.105	2.567	0.308
17	7.458	0.241	2.822	0.101	2.58	0.321
18	7.528	0.237	2.856	0.098	2.591	0.333

CASE 6

Damage 0

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.393	0.016	0.223	0.004	0.155	0.022
5	0.63	0.027	0.332	0.008	0.208	0.031
6	0.824	0.037	0.466	0.014	0.242	0.035
7	0.974	0.045	0.632	0.019	0.26	0.036
8	1.086	0.049	0.811	0.022	0.268	0.036
9	1.172	0.05	0.977	0.023	0.268	0.035
10	1.239	0.049	1.116	0.023	0.265	0.032
11	1.292	0.046	1.222	0.023	0.26	0.03
12	1.336	0.043	1.299	0.022	0.252	0.028
13	1.373	0.039	1.351	0.02	0.243	0.025
14	1.404	0.036	1.385	0.019	0.235	0.023
15	1.43	0.034	1.407	0.017	0.226	0.021
16	1.45	0.032	1.421	0.016	0.219	0.02
17	1.467	0.03	1.429	0.015	0.212	0.018
18	1.481	0.029	1.434	0.014	0.205	0.017

Damage 1

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.379	0.018	0.199	0.012	0.155	0.011
5	0.61	0.033	0.298	0.02	0.211	0.015
6	0.801	0.048	0.423	0.028	0.249	0.019
7	0.949	0.059	0.587	0.034	0.269	0.022
8	1.06	0.067	0.767	0.037	0.277	0.024
9	1.145	0.072	0.938	0.038	0.278	0.024
10	1.209	0.073	1.084	0.038	0.273	0.024
11	1.257	0.072	1.197	0.036	0.265	0.023
12	1.29	0.07	1.278	0.034	0.254	0.022
13	1.31	0.068	1.333	0.032	0.243	0.021
14	1.319	0.066	1.366	0.03	0.231	0.02
15	1.319	0.064	1.385	0.028	0.219	0.02
16	1.314	0.062	1.394	0.026	0.208	0.019
17	1.306	0.06	1.397	0.025	0.198	0.019
18	1.296	0.059	1.397	0.024	0.188	0.018

Damage 0

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.643	0.027	0.365	0.006	0.254	0.037
5	1.03	0.045	0.544	0.014	0.34	0.05
6	1.349	0.061	0.762	0.023	0.395	0.057
7	1.593	0.073	1.034	0.031	0.425	0.06
8	1.778	0.08	1.327	0.036	0.438	0.059
9	1.918	0.082	1.599	0.038	0.439	0.057
10	2.027	0.08	1.826	0.038	0.434	0.053
11	2.114	0.075	2	0.037	0.425	0.049
12	2.187	0.07	2.125	0.035	0.412	0.045
13	2.247	0.064	2.211	0.033	0.398	0.042
14	2.298	0.059	2.267	0.031	0.384	0.038
15	2.339	0.055	2.303	0.028	0.37	0.035
16	2.373	0.052	2.325	0.026	0.358	0.032
17	2.4	0.049	2.339	0.024	0.346	0.03
18	2.423	0.047	2.347	0.023	0.336	0.028

Damage 1

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.621	0.03	0.325	0.02	0.253	0.017
5	0.998	0.054	0.487	0.033	0.345	0.025
6	1.311	0.078	0.693	0.046	0.407	0.031
7	1.553	0.097	0.96	0.055	0.44	0.036
8	1.735	0.11	1.255	0.061	0.454	0.039
9	1.873	0.117	1.536	0.062	0.454	0.04
10	1.978	0.119	1.774	0.062	0.446	0.039
11	2.056	0.118	1.959	0.059	0.433	0.038
12	2.111	0.115	2.092	0.056	0.416	0.036
13	2.144	0.112	2.181	0.052	0.397	0.035
14	2.158	0.108	2.235	0.049	0.378	0.033
15	2.159	0.104	2.266	0.046	0.358	0.032
16	2.151	0.101	2.281	0.043	0.34	0.031
17	2.137	0.099	2.286	0.041	0.324	0.031
18	2.12	0.096	2.285	0.039	0.308	0.03

Damage 0

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.285	0.054	0.73	0.012	0.508	0.074
5	2.061	0.089	1.088	0.027	0.679	0.101
6	2.697	0.122	1.523	0.046	0.791	0.115
7	3.186	0.146	2.069	0.061	0.851	0.119
8	3.555	0.16	2.654	0.071	0.876	0.118
9	3.836	0.163	3.199	0.076	0.879	0.113
10	4.054	0.159	3.652	0.077	0.868	0.106
11	4.229	0.15	4	0.074	0.849	0.099
12	4.374	0.139	4.25	0.071	0.825	0.091
13	4.495	0.128	4.422	0.066	0.797	0.083
14	4.596	0.118	4.534	0.061	0.768	0.076
15	4.679	0.11	4.606	0.056	0.74	0.07
16	4.746	0.103	4.65	0.052	0.715	0.065
17	4.801	0.098	4.677	0.049	0.693	0.06
18	4.846	0.094	4.693	0.045	0.672	0.056

Damage 1

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.242	0.06	0.65	0.039	0.507	0.035
5	1.997	0.108	0.975	0.067	0.691	0.049
6	2.622	0.156	1.385	0.092	0.814	0.062
7	3.105	0.194	1.92	0.11	0.881	0.072
8	3.471	0.221	2.51	0.121	0.908	0.078
9	3.747	0.235	3.071	0.125	0.909	0.08
10	3.956	0.239	3.547	0.123	0.893	0.079
11	4.113	0.237	3.917	0.118	0.866	0.076
12	4.222	0.231	4.184	0.112	0.833	0.073
13	4.288	0.223	4.361	0.105	0.795	0.07
14	4.317	0.215	4.47	0.098	0.755	0.067
15	4.318	0.209	4.531	0.092	0.717	0.064
16	4.302	0.202	4.561	0.086	0.681	0.063
17	4.274	0.197	4.572	0.082	0.647	0.061
18	4.24	0.193	4.57	0.078	0.617	0.06

CASE 7

Damage 0

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.393	0.015	0.231	0.003	0.178	0.021
5	0.628	0.024	0.349	0.007	0.236	0.029
6	0.821	0.032	0.462	0.011	0.274	0.034
7	0.97	0.039	0.58	0.015	0.293	0.035
8	1.083	0.043	0.708	0.017	0.299	0.035
9	1.17	0.046	0.838	0.019	0.297	0.034
10	1.233	0.047	0.958	0.019	0.29	0.032
11	1.275	0.048	1.052	0.019	0.28	0.03
12	1.295	0.048	1.115	0.019	0.266	0.027
13	1.298	0.049	1.153	0.019	0.251	0.025
14	1.292	0.049	1.173	0.02	0.235	0.023
15	1.284	0.05	1.183	0.02	0.221	0.021
16	1.277	0.049	1.189	0.02	0.208	0.02
17	1.271	0.049	1.194	0.02	0.197	0.018
18	1.267	0.048	1.197	0.02	0.187	0.017

Damage 1

1) Hs = 1.65 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.39	0.015	0.217	0.003	0.176	0.021
5	0.623	0.024	0.328	0.007	0.237	0.029
6	0.815	0.033	0.436	0.012	0.276	0.033
7	0.964	0.04	0.553	0.015	0.297	0.035
8	1.076	0.045	0.681	0.018	0.304	0.035
9	1.161	0.048	0.813	0.019	0.302	0.034
10	1.225	0.05	0.939	0.02	0.294	0.033
11	1.272	0.05	1.045	0.02	0.284	0.031
12	1.304	0.05	1.125	0.019	0.271	0.029
13	1.328	0.051	1.181	0.019	0.257	0.027
14	1.348	0.052	1.219	0.019	0.244	0.025
15	1.368	0.052	1.245	0.019	0.232	0.024
16	1.388	0.053	1.264	0.019	0.222	0.022
17	1.408	0.053	1.28	0.018	0.213	0.021
18	1.429	0.053	1.294	0.018	0.206	0.02

Damage 0

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.643	0.025	0.379	0.005	0.292	0.035
5	1.027	0.039	0.571	0.011	0.387	0.048
6	1.343	0.053	0.756	0.018	0.448	0.055
7	1.587	0.064	0.95	0.024	0.479	0.058
8	1.773	0.071	1.158	0.028	0.49	0.057
9	1.914	0.075	1.372	0.03	0.486	0.055
10	2.018	0.077	1.567	0.031	0.475	0.052
11	2.086	0.078	1.721	0.031	0.457	0.049
12	2.118	0.079	1.825	0.031	0.435	0.045
13	2.124	0.08	1.886	0.032	0.41	0.041
14	2.115	0.081	1.919	0.032	0.385	0.038
15	2.101	0.081	1.936	0.033	0.362	0.035
16	2.089	0.081	1.946	0.033	0.341	0.032
17	2.08	0.08	1.953	0.032	0.322	0.03
18	2.074	0.078	1.959	0.032	0.307	0.028

Damage 1

2) Hs = 2.7 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	0.637	0.024	0.354	0.005	0.288	0.034
5	1.019	0.04	0.536	0.012	0.388	0.047
6	1.334	0.054	0.714	0.019	0.452	0.055
7	1.577	0.066	0.904	0.025	0.486	0.058
8	1.761	0.074	1.114	0.029	0.497	0.058
9	1.9	0.079	1.331	0.032	0.494	0.056
10	2.004	0.081	1.536	0.032	0.482	0.054
11	2.081	0.082	1.71	0.032	0.464	0.051
12	2.134	0.082	1.842	0.032	0.443	0.047
13	2.173	0.083	1.933	0.031	0.421	0.044
14	2.206	0.084	1.994	0.031	0.399	0.041
15	2.238	0.085	2.037	0.031	0.379	0.039
16	2.271	0.086	2.069	0.03	0.362	0.037
17	2.305	0.086	2.095	0.03	0.349	0.035
18	2.338	0.086	2.117	0.029	0.337	0.033

Damage 0

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.287	0.049	0.757	0.01	0.584	0.07
5	2.054	0.079	1.143	0.021	0.774	0.096
6	2.686	0.106	1.513	0.035	0.896	0.11
7	3.175	0.127	1.9	0.048	0.958	0.115
8	3.546	0.142	2.317	0.056	0.979	0.114
9	3.828	0.151	2.743	0.061	0.973	0.11
10	4.037	0.154	3.134	0.062	0.95	0.104
11	4.172	0.156	3.442	0.062	0.915	0.097
12	4.237	0.158	3.65	0.063	0.871	0.09
13	4.248	0.16	3.772	0.064	0.821	0.082
14	4.23	0.162	3.837	0.065	0.77	0.076
15	4.203	0.162	3.872	0.065	0.723	0.07
16	4.178	0.161	3.892	0.065	0.681	0.065
17	4.16	0.159	3.906	0.065	0.645	0.06
18	4.148	0.157	3.918	0.064	0.613	0.056

Damage 1

3) Hs = 5.4 ft

period	surge	sway	heave	roll	pitch	yaw
4	1.275	0.049	0.709	0.011	0.576	0.068
5	2.038	0.08	1.073	0.023	0.775	0.094
6	2.668	0.108	1.427	0.038	0.904	0.109
7	3.154	0.132	1.808	0.05	0.972	0.115
8	3.522	0.148	2.227	0.059	0.994	0.116
9	3.8	0.158	2.662	0.063	0.988	0.113
10	4.009	0.162	3.073	0.065	0.964	0.108
11	4.161	0.163	3.421	0.065	0.929	0.101
12	4.268	0.164	3.683	0.064	0.887	0.095
13	4.346	0.166	3.866	0.063	0.841	0.089
14	4.412	0.169	3.988	0.062	0.798	0.083
15	4.476	0.171	4.074	0.062	0.758	0.078
16	4.542	0.172	4.138	0.061	0.725	0.073
17	4.609	0.173	4.189	0.06	0.697	0.069
18	4.677	0.173	4.234	0.059	0.674	0.066

BIODATA PENULIS



Tri Sucahyono lahir di Mojokerto, 28 November 1995. Adalah anak ketiga dari tiga bersaudara, menempuh pendidikan formal dimulai dengan menyelesaikan jenjang Pendidikan Dasar di SDN Trowulan 01 Kecamatan Trowulan Kabupaten Mojokerto pada tahun 2007 dan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Sooko Kabupaten Mojokerto pada tahun 2010. Menyelesaikan jenjang Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Puri Kabupaen Mojokerto pada tahun 2013 hingga penulis melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi Negeri di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menempuh studi, penulis aktif di keorganisasian baik kemahasiswaan maupun kepanitiaan serta aktif dalam berbagai seminar dan pelatihan-pelatihan. Dalam bidang kepanitiaan penulis berkesempatan menjadi staff perlengkapan KESMA EXPO 2014 yang diadakan oleh BEM ITS. Dalam bidang keorganisasian, penulis pernah menjadi staff ahli Departemen Inovasi Karya Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK ITS tahun 2015-2016. Penulis juga pernah menjadi staff Departemen Syiar Lembaga Dakwah Jurusan Bahrul ‘Ilmi FTK ITS tahun 2015 – 2016.

Penulis juga pernah berkesempatan untuk menjalani kerja praktik selama 2 bulan sekaligus (20 Juni 2016 – 20 Agustus 2016) di PT. ZEE Engineering Indonesia divisi Marine, Tangerang Selatan, Indonesia. Penulis juga menguasai beberapa software terkait dengan bidamh kelautan seperti SACS, MOSES, MAXSURF, dan Auto CAD.

Penulis mengambil bidang keahlian Hidrodinamika Struktur Lepas Pantai dan mengambil judul Tugas Akhir dengan judul “Analisis Stabilitas *Jacket* dengan Kegagalan *Buoyancy Tank* Saat Instalasi”.

Contact Person

: 085707774195 (WA/LINE)

: sucahyonot@gmail.com (e-mail)